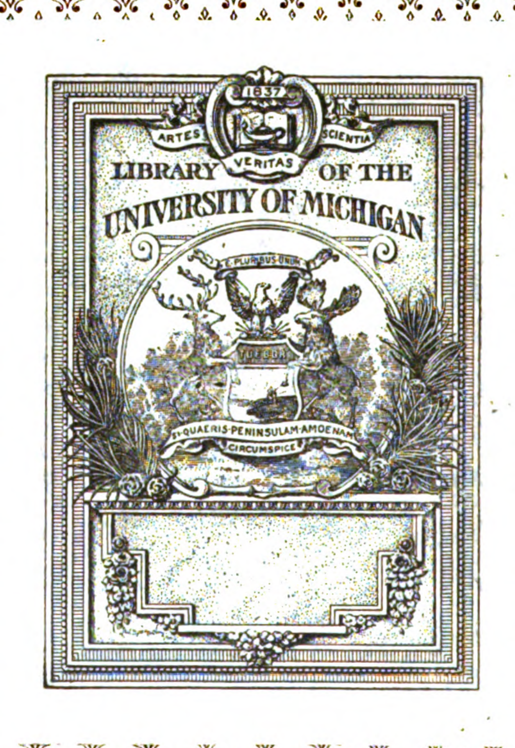





1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE





Arbeiten

aus dem

NEUROLOGISCHEN INSTITUTE

(k. k. österreichisches interakademisches Zentralinstitut für Hirnforschung)

an der Wiener Universität.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Heinrich Obersteiner.

XVII. Band.

Mit 7 Tafeln, 7 Kurventafeln und 118 Abbildungen im Text.

LEIPZIG UND WIEN.
FRANZ DEUTICKE.
1909.

Verlags-Nr. 1567.

K. u. k. Hofbuchdruckerei Carl Fromme in Wien.

Inhaltsverzeichnis des XVII. Bandes.

Vergleichend-anatomische und physiologische Untersuchungen über die Substantia gelatinosa des Hinterhorns.

Von

Dr. Torata Sano
(Tokio).

(Mit 2 Textabbildungen, 2 Tafeln in Lichtdruck und 7 Kurventafeln.)

Die Untersuchungen über die Substantia gelatinosa haben sich bisher immer im wesentlichen nach einer Richtung hin bewegt. Es galt die Struktur dieser eigenartigen Substanz festzustellen, die sich von den anderen Teilen des Rückenmarks schon durch das bloße Aussehen unterschied. Diese Untersuchungen kann man wohl als weit vorgeschritten betrachten, denn es ist gelungen, ein ziemlich genaues Bild vom Bau dieser Masse zu erhalten. Zusammenfassend hat dies in jüngster Zeit Rosenzweig dargestellt, der zugleich die gesamte ältere Literatur kritisch sichtet und uns so der Mühe überhebt, dieselbe noch einmal anzuführen. Man kann, wenn man ein Resumé dieser Ansichten zu geben sich bemüht, etwa folgendes anführen: Es waren vorwiegend die Anschauungen Cornings und die von Lenhossek, welche die Untersuchungen beeinflußten. In beiden finden wir die Meinung vertreten, daß die Substantia gelatinosa deshalb ein so eigenartiges Aussehen besitzt — denn diese Frage stand ja im Vordergrunde des Interesses — weil eine regressive Metamorphose einzelner Elemente derselben eingetreten sei. Diese regressiv veränderten Partien seien verschmolzen und hätten das bekannte hornartige Aussehen gewonnen. Viel wesentlicher eigentlich als die Frage, warum die Substantia gelatinosa ein

so merkwürdiges Aussehen besitze, erscheint der Umstand, daß sie ein überaus komplex gebautes Organ ist. Das Vorhandensein von Nervenzellen in ihr war insbesondere durch Gierke erbracht worden, die relative Gliaarmut hatte Weigert behauptet, während die genaueren Beziehungen von Zelle und Faser durch die Golgi-Methode, insbesondere durch Ramon y Cajal und Lenhossek ermittelt worden waren.

Die ganze Reihe widersprechender Anschauungen, die sich auf der Basis der erwähnten Forschungen herausgebildet hatten, faßt Rosenzweig dahin zusammen und ergänzt sie nicht unwesentlich durch seine eigenen Befunde, daß er ausführt: Substantia gelatinosa ist, wie schon Gierke und Waldeyer betont haben, „die an Nervenzellen reichste Partie der grauen Substanz des Rückenmarks"; ferner ist gegen Weigerts Annahme die Glia besser entwickelt, als man bisher glaubte, und das eigentümliche, wie zerfallen aussehende Gewebe, das offenbar zum Ausgangspunkte der Corning-Lenhossekschen Anschauung wurde, der sich auch Bräutigam anschloß, ist wahrscheinlich postmortal zerfallenes Nerven- und Gliaplasma, also Artefakt. Der eigenartig gelatinöse Charakter der Substanz sei bedingt durch das Fehlen markhaltiger und das überaus reiche Vorkommen markloser Nervenfasern.

Wenn man nun auch durch diese Forschungen im wesentlichen über den Aufbau der gelatinösen Substanz aufgeklärt ist, so steht es mit der Frage nach deren physiologischer Bedeutung keinesfalls gleich gut. Das Experiment, das hierüber Auskunft geben könnte, läßt eine isolierte Zerstörung der Substantia gelatinosa kaum möglich erscheinen und das ist wohl die Ursache, warum man dasselbe so wenig versucht hat. Die Anschauungen, die man aus verschiedenen Umständen über die Bedeutung der Substantia gelatinosa erschlossen hat, gehen zumeist dahin, daß es sich um ein sensibles Zentrum handle (Jacobsohn), ohne daß des näheren angegeben wird, welcher Art dieses Zentrum sei.

Vielleicht sei hier der Befund Hatscheks beim Delphin angeführt, der die mangelhafte Entwicklung des gesamten sensiblen Systems bei diesem Tiere auf den Mangel einer feineren Hautinnervation zurückführt. Das ist zugleich eines der spärlichen Beispiele für den Versuch, die vergleichende Anatomie zur Entscheidung dieser Frage heranzuziehen. Im folgenden soll dies

nun in einem weiteren Umfange geschehen, und zwar für fast alle Gruppen der Säugetiere. Da, wie ja leicht ersichtlich, aus äußeren Gründen die feineren Färbungen mit den neueren Silbermethoden nicht bei allen Tieren möglich waren, so mußte man sich hauptsächlich auf die Schilderung der Substanz an Weigert-Pal-Präparaten beschränken, zu deren Ergänzung mit Alauncochenille oder van Gieson gefärbte Zellpräparate aus der Sammlung des Institutes zur Verfügung standen. Selbstverständlich wurden auch von mir, wo es anging, feinere Zellenpräparate nach der Nissl- und Bielschowskyschen Methode gemacht, die aber in keinem Falle eine so feine Distinktion der Zellen ergaben, als sie Rosenzweig für das Kalb anführt. Ferner wurde eine Reihe von Rückenmarken von mir selbst geschnitten und gefärbt; da das Material aber nicht immer ganz frisch zur Bearbeitung kam, so konnten auch hier nur die gebräuchlichsten Faser- und Zellfärbungen angewendet werden.

Für die überaus liebenswürdige Unterstützung bei der Arbeit und das freundliche Entgegenkommen bei der Benutzung der vielen Präparate seltener Tiere aus der Sammlung des Wiener neurologischen Institutes sei meinem verehrten Lehrer, Herrn Hofrat Prof. Obersteiner, schon an dieser Stelle bestens gedankt.

Im folgenden soll zunächst ein Überblick über die Substantia gelatinosa gegeben werden, wie er sich im allgemeinen bei den Säugetieren findet und nach den genannten Methoden sich darbietet.

Wenn man an die Untersuchung der Substantia gelatinosa herangeht, so hat man verschiedenes zu berücksichtigen. Zunächst den Charakter der Substanz, der insbesondere an nach Weigert-Pal gefärbten Präparaten deutlich hervortritt. Die ganze Substanz besitzt ein glasiges Aussehen, das eine eigenartige Homogenität charakterisiert. Bei näherem Zusehen und Anwendung verschiedener Tinktionsmetoden erweist sich aber diese Homogenität als irrtümlich. Denn es findet sich vor Allem eine große Menge allerfeinster Nervenfasern in diesem Gebiete. Diese feinen Nervenfasern gelangen am besten an Präparaten zur Ansicht, welche nach der Bielschowskyschen Methode gefärbt sind. Man findet dann drei Arten faseriger Elemente:

I Hinterwurzelfasern. Diese sind am Querschnitte des Rückenmarks meist längs getroffenen, finden sich vorwiegend medial

und durchsetzen die Substantia gelatinosa von dorsal nach ventral hin.

II. Feine Fasern, die anscheinend der Lissauerschen Randzone angehören und speichenartig durch die Substanz hindurchsetzen. Sie finden sich über die ganze Fläche. Diese beiden genannten Fasergruppen sind deutlich markhaltig.

Die III. Gruppe von Fasern ist sowohl markhaltig als marklos und besteht aus einem dichten Fasernetz, das nahezu

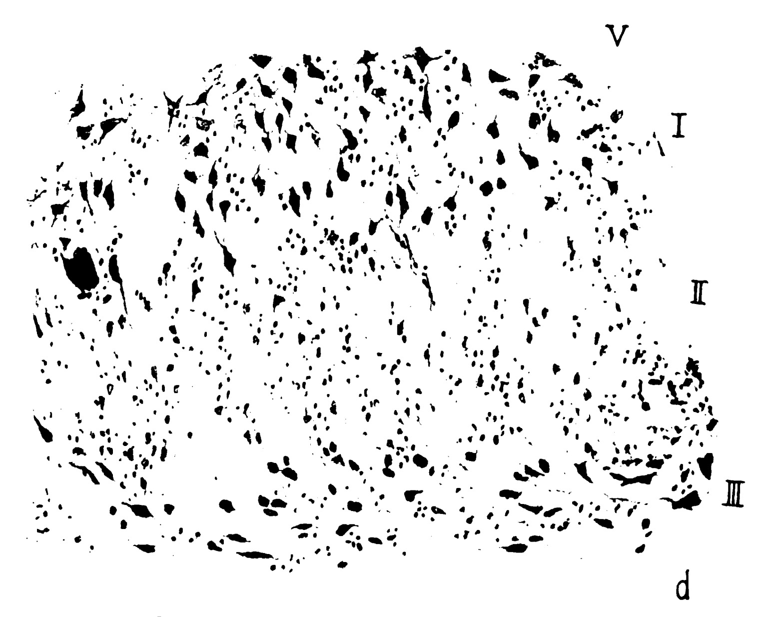


Fig. 1. Schichten der Ganglienzellen in der Substantia gelatinosa des Hundes. *V* ventral, *d* dorsal, *I, II, III* ventrale, intermediäre, dorsale Schicht.

gleichmäßig über die ganze Fläche verstreut ist und nur gegen den Markkern hin und gegen die Lissauersche Randzone deutlich auch an Markscheidenpräparaten erkannt werden kann. An letzterer Stelle fällt das Netz zusammen mit dem, was man als zonale Schicht bezeichnet und was nichts anderes ist, als eine Verdichtung des die Substantia gelatinosa füllenden Fasernetzes.

In diese Fasermasse eingelagert finden sich Ganglienzellen die entweder diffus die Substanz erfüllen oder schichtenweise angeordnet sind. Die Schichten kann man als eine ventrale, eine intermediäre und eine dorsale bezeichnen. In diesen Schichten

wird die Hauptmasse der Zellen repräsentiert durch kleine, wenig differenzierte Elemente. Sie besitzen einen dem Ganglienzellkern analog gebauten lichten Kern und überaus wenig Plasma. Dieses ist dem Kerne meist wie eine Kappe aufgelagert und verleiht so der Zelle eine rundliche oder eine Birnform.

Betrachtet man jedoch diese Zellen mit der Immersion insbesondere an Bielschowsky-Präparaten, so kann man hier auch spindeligen Charakter erkennen. Die Hauptsache ist, daß diese Zellen überaus schlecht differenziert sind und nahezu embryonalen Charakter besitzen. Diesen Zellen, welche die Hauptmasse der Ganglienzellen darstellen, stehen zwei andere Typen gegenüber, die ein etwas diffenzierteres Plasma erkennen lassen: Die einen sind größere spindelförmige Elemente, die anderen polygonale, wie kleine Vorderhornzellen aussehende. Es ist auffällig, daß diese letztgenannten Zellen sich am spärlichsten finden und meist ventral gelagert sind, während die Spindelzellen in allen Schichten auftreten. Es ist ferner hervorzuheben, daß die Längsrichtung der Spindelzellen in die dorso-ventrale fällt, und ferner daß sie sich lateral am deutlichsten und häufigsten finden. Die Marginalzellen finden hier keine Berücksichtigung.

Außerdem treten am Nissl-Präparate zahlreiche dunkle, kleine rundliche Kerne hervor, die schon durch die große Menge von Granulis ihre Zugehörigkeit zur Glia dokumentieren.

In der Tat erweist die Färbung mit Silber, daß sich zahlreiche Gliazellen in der Substantia gelatinosa finden, auch solche vom Spinnenzellcharakter und mit ziemlich reichlichem Plasma, meist aber ohne solches, wodurch dann die genannten dunklen, anscheinend freien Kerne, die wohl als Gliakerne bezeichnet werden müssen, zustande kommen.

In den Zellen, die Spinnencharakter besitzen, kann man gelegentlich ein fädiges Gerüst sehen, ähnlich wie es Marburg für die Gliazellen bereits beschrieben hat. Deshalb scheint es auch, als ob die stechapfelförmigen, mittelgroßen Nervenzellen Rosenzweigs trotz ihres bläschenförmigen Kerns als Gliazellen aufzufassen seien, da ja solche bläschenförmige Kerne der Glia nichts Fremdes sind.

Von großem Interesse ist das Verhalten der Lissauerschen Randzone (L. R.). Sie ist ebenso konstant als die Substantia gelatinosa, nur ist ihre Lage nicht immer die

typische. Typisch findet sie sich im Apex des Hinterhorns und besteht dort aus ziemlich locker gefügten feinen Nervenfasern. Atypisch liegt sie entweder im Seitenstrang oder im Hinterstrang, ohne daß sie ihren Charakter dabei in irgendeiner Weise ändern würde. Bemerkenswert ist, daß der Seiten- und Hinterstrang gelegentlich Ausläufer gegen die Hinterhornspitze senden, welche in manchen Fällen die Lissauersche Randzone vollkommen verdecken, in anderen als selbständige scharf abgrenzbare Faserbündel der Lissauerschen Randzone vorgelagert erscheinen.

Es sei schließlich noch das Verhalten des Seitenstranges zur Substantia gelatinosa hervorgehoben. Es scheint als ob bei manchen Tieren ein großer Teil des Seitenstranges in ein retikuliertes Gewebe umgewandelt wäre, und zwar häufiger als man es meinen möchte. Es läßt sich daraus freilich nichts Bestimmtes ableiten, aber es findet sich diese weitgehende Zerklüftung des Seitenstranges viel weniger bei den höheren als bei den niedrigeren Tieren. In vielen Fällen handelt es sich auch bloß um eine etwas stärkere Entwicklung des Processus reticularis, der gleichzeitig etwas mehr dorsalwärts reicht.

Im folgenden sollen zunächst die Verhältnisse der Substantia gelatinosa dargestellt werden, wie sie eine systematische Durchsicht der Serien ergibt. Zwecks Vermeidung von Wiederholungen sind eine Reihe von Abkürzungen ständig gebraucht, und zwar:

Sgl. = Substantia gelatinosa Rolandoi. L. R. = Lissauers Randzone. O. Cm., U. Cm. = oberes, unteres Cervikalmark. O. Bm., M. Bm., U. Bm. = oberes, mittleres, unteres Brustmark. O. Lm. = oberes Lumbalmark. O. Sm. = oberes Sacralmark. Pr. = Processus reticularis. H. W. = Hinterwurzel.

Homo (Taf. I, Fig. 1, Taf. II, Fig. 2.)

O. Cm., L. R. kurz, schmal, von H. W.-bündeln durchsetzt; zonale Schicht deutlich. Sgl. Spitzbogenförmig medial scharf, lateral weniger scharf begrenzt, faserreich; einzipfeliger gut entwickelter Markkern. Im Zentrum der Sgl. einzelne Spindelzellen; die rundlichen Zellen fehlen hier und umgeben das zellarme Zentrum bogenförmig, doch finden sich auch hier allent-

halben, am meisten medial Spindelzellen eingesprengt. Die polygonalen treten stark zurück.

Halsanschwellung. L. R. breit, Einschnürung zwischen L. R. und Sgl. Diese selbst spitzbogenförmig. In der Sgl. einige Bündel quergetroffener Fasern aus Hinter- oder Seitenstrang hineinverlagert. Sehr faserarm.

U. Cm., L. R. kürzer und breiter, zonale Schicht undeutlich, der Markkern zeigt Andeutung des zweizipfeligen Verhaltens. Ventral einige größere polygonale, einzelne kleine und größere spindelige, besonders in der lateralen Partie, sonst hauptsächlich rundliche Elemente.

O. Bm., L. R. nicht so breit als vor dem. Sgl., nur medial scharf begrenzt, sehr faserarm, Zellen wie im früheren Präparat. Dorsal fast keine spindeligen Elemente.

M. Bm., L. R. gut entwickelt aber nicht breit. Sgl. auch lateral ziemlich scharf begrenzt. Ventral mehr polygonale Zellen. Spindelige ventral und auch intermediär, dorsal weniger.

U. Bm. ähnlich wie M. Bm., nur die laterale Grenze weniger scharf, spärliche Markfasern in der lateralen Partie der Sgl.

O. Lm., L. R. gedrungen, zentral eine Einschnürung, die sie von der Sgl. trennt. Letztere ist breiter als im Bm. und zeigt einen fast dreizipfeligen Markkern.

Lendenanschwellung. L. R. kurz und breit, zonale Schicht deutlich. Sgl. nur medial scharf begrenzt, von Hinterwurzeln durchsetzt. Sehr markfaserreich. Die drei Zipfeln des Markkerns nicht deutlich erkennbar. In der ventralen Partie der Sgl. finden sich sehr zahlreiche polygonale Zellen. In der ventralen mittleren Partie spindelige, und zwar etwas weniger als im Bm. Die Schichten sind deutlich.

O. Sm., L. R. breit und kurz, zonale Schicht gut entwickelt, von beiden Seiten dringen kleine Bündel quergetroffener Fasern in die Sgl. Sie sitzt dem Markkern, der nur wenig in sie eindringt, mit breiter Basis auf.

Conus. L. R. sehr breit, aber kurz und umsäumt von kleinen, rundlichen, quergetroffenen Bündeln. Medial scharf, lateral undeutlich begrenzt. Der Markkern dringt tiefer ein, ist deutlich dreizipfelig, der mediale Zipfel ist am besten entwickelt. In den unteren Partien des Conus läßt er jedoch keine deutlichen Zipfel mehr erkennen und die Sgl. ist saumförmig um

ihn gelegt. L. R. sehr breit und schmal, zonale Schicht undeutlich. Drei Zelltypen sind zu erkennen: ziemlich kleine dunkle und große blasse Polygonale. Daneben natürlich auch kleine rundliche und kleine spindelige Elemente vorhanden, die spindeligen drängen alle gegen die ventro-mediale Seite. Einzelne große Vorderhornzellen ähnliche Gebilde finden sich gleichfalls in der Sgl.

Zusammenfassung.

Die Sgl. ist mittelstark entwickelt. Sie tritt überall deutlich hervor und zeigt in den Anschwellungen eine beträchtliche Zunahme. In gleicher Weise ist die L. R. sehr gut entwickelt und geht in ihrer Entwicklung der Sgl. parallel. Besonders bemerkenswert ist, daß sowohl die Sgl. als die L. R. beide überaus scharf begrenzt sind, und zwar nach beiden Seiten. Ein Übergang der Sgl. in die der anderen Seite ist nicht einmal andeutungsweise vorhanden, es sei denn, daß bei der Verkürzung der Hinterstränge im Conus terminalis und dem Ersatz dieser durch dorsoventral verlaufende Hinterwurzelfasern ein Übergang angedeutet wird. Doch sind die Hinterwurzelfasern meist so mächtig entwickelt und schließen zwischen sich noch einzelne quergetroffene Fasern ein, so daß von einem eigentlichen Übergang nicht gut die Rede sein kann. Der Faserreichtum der Sgl. ist ein mittelstarker. Der Zellreichtum desgleichen. Es finden sich alle Zellentypen nahezu in gleichem Verhältnisse vertreten, so zwar, daß die polygonalen Elemente am spärlichsten, die spindeligen etwas reicher, die rundlichen und undifferenzierten am häufigsten vorkommen. Dabei tritt auch eine Schichtenbildung in einzelnen Höhen deutlich hervor.

Bimana.

Simia satyrus.

O. Cm. L. R. lang, ziemlich breit, faserarm. Zonale Schicht deutlich. Sgl. medial scharf begrenzt, von Hinterwurzelfasern durchsetzt, lateral unscharf, enthält viele feine Fasern. Sie ist spitzbogenförmig. In der ventralen Partie finden sich viele kleine rundliche, dunkle und viele große blaße, rundliche Zellen. Außerdem birnförmige Elemente, während spindelige und polygonale fast fehlen. In der mittleren Partie der Sgl. sind lateral

und in der Mitte ziemlich viel kleine spindelige Elemente, die dorsal wieder etwas seltener sind.

Halsanschwellung. L. R. kürzer und breiter, faserarm, deutlich von den Hinter- und Seitensträngen abgegrenzt. Sgl. etwas kolbig, in ihren Grenzen wie oben, etwas faserreicher. Der gut entwickelte Markkern ist einzipfelig. Die Sgl. besitzt eine deutliche zonale Schicht. Man findet ventral in ihr einige polygonale, dann große und kleine spindelige Elemente, sonst meist kleine und große runde Zellen. Dorsal und intermediär finden sich mehr spindelige Elemente. Die Schichtung tritt nicht so deutlich hervor, wie in O. Cm.

U. Cm. L. R. schmaler, lateral unscharf, zonale Schicht deutlich, Sgl. wie früher, nur tritt der ventralste Teil des Hinterstranges zurück, so daß beide Sgl. nahe aneinanderrücken.

O. Bm. L. R. eine Spur länger, Sgl. von diesem durch eine undeutliche zonale Schicht getrennt, sehr ventral gelagert, Grenzen wie früher, die beiden Sgl. stoßen ventral ziemlich breit aneinander.

M. Bm. Durch das Auftreten der Clarkeschen Säulen wird die Verbindung beider Sgl. schmäler. Die Sgl. ist im allgemeinen sehr zellarm, nur in der Mitte finden sich einige spindelige Elemente, während sonst neben kleinen und großen rundlichen ziemlich viele birnförmige Zellen in allen Schichten zu sehen sind.

U. Bm. L. R. faserreicher, kürzer, anscheinend in den Seitenstrang übergehend. Sgl. wieder dorsaler gerückt, ziemlich faserreich, besonders in der medialen Partie, medial scharf, desgleichen auch lateral scharf begrenzt. Deutliche zonale Schicht. Die beiden Sgl. gehen ineinander über, die dorsale Commissur liegt ventral von der Sgl. In dieser Ebene finden sich mehr spindelige Elemente, besonders in den lateralen Teilen der mittleren Partie, während ventral und dorsal mehr polygonale Elemente sind.

O. Lm. L. R. breit und kurz, faserreich, mit Übergang in den Seitenstrang. Deutliche zonale Schicht, kolbige, faserreiche Sgl., die medial stark in den Hinterstrang eingebuchtet ist. Der mächtige Markkern ist zweizipfelig. Die Sgl. ist zellreicher als im Dorsalmark, die spindeligen Elemente sind geringer geworden.

Lendenanschwellung. L. R. fast wie ein Saum. Die Sgl. buchtet den Hinterstrang noch stärker ein. Im Seitenstrang lockere Faseranordnung. Der mächtige Markkern ist nahezu dreizipfelig. Die Sgl. überaus zellreich, doch treten die Schichten nicht so gut hervor, wie früher. Ventral finden sich einige polygonale Zellen und große spindelige. Diese nehmen in der Mitte und dorsal ab, wohingegen die birnförmigen und rundlichen Elemente hier mehr im Vordergrunde stehen.

O. Sm. L. R. schwer zu erkennen, weil ein Fortsatz des Hinterstranges sich mit einem solchen des Seitenstranges vereinigt. Die zonale Schicht ist ziemlich deutlich. Die Sgl. ist fast in allen Teilen von Hinterwurzeln durchzogen und nur medial scharf begrenzt. Der mächtige Markkern ist dreizipfelig. Die Sgl. ist sehr zellreich. Die polygonalen Zellen finden sich meist ventral, weniger in der Mitte, die spindeligen mehr in der Mitte, weniger dorsal, während die rundlichen Elemente allenthalben gleich verteilt sind.

Hylobates niger.

O. Cm. L. R. lang, aber schmal. Sgl. spitzenförmig, medial scharf begrenzt, lateral weniger scharf begrenzt. Undeutliche zonale Schicht, die Sgl. von Hinterwurzelfasern durchsetzt.

Halsanschwellung. L. R. etwas breiter, enthält spärliche längsgetroffene Fasern. Zwischen Sgl. und L. R. eine Einschnürung. Deutliche zonale Schicht, sonst wie oben.

U. Cm. L. R. wiederum kürzer, mit spärlichen Fasern, ziemlich deutliche zonale Schicht. Die Sgl., die eine mediale Stufe zeigt, hat einzelne quergetroffene Bündel in sich.

O. Bm. L. R. schmal und lang, spärliche Fasern, seichte Einschnürung zwischen L. R. und Sgl. Zonale Schicht undeutlich, Markkern undeutlich, Sgl. auch lateral scharf begrenzt.

M. Bm. L. R. kurz und schmal, spärliche Fasern. In der Sgl. finden sich viele längs- und schiefgetroffene Fasern, ihr Markkern ist relativ groß, die zonale Schicht undeutlich.

U. Bm. L. R. breit, faserarm. Zonale Schicht undeutlich, Sgl. auch lateral scharf begrenzt, viele Markfasern in der lateralen Partie der Sgl. Beide Sgl. gehen ineinander über, ihr Markkern ist undeutlich.

Cynocephalus hamadryas (Taf. I, Fig. 2, Taf. II, Fig. 3).

O. Cm. L. R. lang, ziemlich schmal, ventral 2 bis 3 dünklere Bündel. Sehr faserarm. Sgl. spitzbogenförmig. Lateral nicht scharf, medial scharf begrenzt. In der medialen Partie viele Hinterwurzelfasern. Zonale Schicht undeutlich. Der Pr. reticul. reicht bis zur Mitte des Hinterhorns. Markkern einzipfelig.

Halsanschwellung. L. R. enthält mehr Fasern wie im O. Cm. Zonale Schicht ziemlich deutlich. Die kolbige Sgl. medial scharf, lateral weniger scharf begrenzt. Der Pr. springt weniger vor, wie im O. Cm. In der medialen Partie der Sgl. viele Hinterwurzelfasern. Markkern mächtiger. Andeutung von 2 Zipfeln.

U. Cm. L. R. faserarm, ihre feinen Fasern setzen sich ventral in den Seitenstrang fort, zonale Schicht ziemlich deutlich. Sgl. kolbig, kleiner wie in der Anschwellung, medial scharf begrenzt, lateral unscharf. Zonale Schicht ziemlich deutlich.

O. Bm. L. R. wie in O. Cm. Zonale Schicht undeutlich. Sgl. spitzbogenförmig, etwas ventraler gerückt. Begrenzung wie oben. Markkern mächtig entwickelt.

M. Bm. L. R. sehr lang, sehr schmal. Sgl. dreieckig, ihr medialer Rand wird zur ventralen Begrenzung des Hinterstranges. Lateral unscharf begrenzt. Markkern schlecht entwickelt.

U. Bm. wie M. Bm., nur daß die Sgl. wieder dorsaler rückt und eine mediale Stufe zeigt, sowie daß der Markkern etwas deutlicher wird.

O. Lm. L. R. breiter und kürzer mit gut entwickelten Fasern. Die Sgl. hat eine mediale Stufe in den Hinterstrang. Ihre Begrenzung wie oben. Deutliche zonale Schicht. Einzipfeliger Markkern, nicht besonders mächtig entwickelt. Die Sgl. sehr faserarm.

Lendenanschwellung. L. R. sehr breit und kurz, faserarm. Sgl. kolbig, am Querschnitt wie eine rhombische Platte. Zweizipfeliger Markkern, nicht mächtig entwickelt. Deutliche zonale Schicht.

O. Sm. L. R. und Sgl. wie in der Lendenanschwellung. Zwischen L. R. und Sgl. eine Schicht längs getroffener Fasern. Auch die zonale Schicht ziemlich deutlich. Markkern mächtiger entwickelt.

Conus. L. R. und zonale Schicht wie oben. Sgl. herzförmig, Markkern relativ mächtig. Sgl. faserarm.

Lemur macao.

O. Cm. L. R. wegen Vereinigung von Seiten- und Hinterstrang schwer zu erkennen. Die zonale Schicht ziemlich deutlich. Die Sgl. ist spitzbogenförmig, wird medial von wenigen H. W.-Fasern durchzogen, ist medial scharf, lateral weniger scharf begrenzt, ziemlich faserarm. Der Pr. springt ziemlich stark vor, der Markkern ist gut entwickelt, einzipfelig.

Halsanschwellung. Pr. tritt zurück. Sgl. faserreicher wie oben.

U. Cm. L. R. ziemlich lang, schmal, faserarm, deutlich abgegrenzt.

Sgl. wie in O. Cm. Markkern schwach entwickelt, desgleichen Pr.

O. Bm. Sgl. weniger faserreich wie oben. Pr. etwas deutlicher.

M. Bm. L. R. nicht abzugrenzen, zonale Schicht undeutlich; Sgl. sehr ventral gelagert, faserarm, berühren sich in der Mittellinie ziemlich breit.

U. Bm. L. R. wieder als sehr schmale, ziemlich lange Zone zu erkennen. Sgl. stoßen in der Mittellinie zusammen, doch ist die Brücke eine sehr schmale wegen der Clarkeschen Säulen.

O. Lm. L. R. kurz, breiter, mit Übergang in den Seitenstrang. Zonale Schicht undeutlich. Sgl. mäßig in den Hinterstrang eingebuchtet. Markkern mächtig, einzipfelig.

Lendenanschwellung. Die saumförmige L. R. geht in den Seitenstrang über, dessen Fasern locker angeordnet sind. L. R. faserarm. Sgl. kolbig, stark in den Hinterstrang eingebuchtet.

O. Sm. L. R. zeigt ebenso lockere Faseranordnung, wie der Seitenstrang und ist von diesem nicht zu scheiden. Sgl. dreieckig, die Grenze wie in den übrigen Teilen, nur medial scharf, beide Sgl. berühren sich in der Mittellinie breit, da der Hinterstrang dorso-ventral abnimmt. Der Pr. springt stark vor. Conus ähnlich wie O. Sm. Sgl. kolbig, faserarm, dorsal, von dem zu einer Platte verschmächtigten Hinterstrang begrenzt.

Macacus rhesus.

O. Cm. L. R. ziemlich schmal, kurz, faserarm, deutliche zonale Schicht, beiderseits ist die Sgl. gut begrenzt, der Markkern ist mächtig entwickelt, einzipfelig. Zellen geschichtet, ventral einzelne polygonale und große spindelige, die auch intermediär

sich finden, daneben sind birnförmige, dorsal zonale Zellen in einer Reihe.

Halsanschwellung. L. R. etwas länger, schmäler. Sgl. lateral unscharf begrenzt, von feinen Fasern durchzogen, Markkern wie oben. Zentral und intermediär, besonders lateral spindelige Zellen, dorsal mehr birnförmige.

U. Cm. Sgl. etwas kleiner als in den oberen Partien, sonst aber unverändert. Polygonale Zellen fehlen.

O. Bm. L. R. sehr schmal, lang und faserarm, die zonale Schicht undeutlich, die fast dreieckige Sgl. äußerst faserarm, nur medial scharf begrenzt, zeigt einen Übergang in die Sgl. centralis und in die Sgl. der anderen Seite. Der mächtige Markkern einzipfelig. Undeutliche Zellschichtung, ziemlieh viel birnförmige Zellen.

M. Bm. Die Übergänge der Sgl. sehr deutlich.

U. Bm. Die Sgl. etwas dorsaler gerückt, ihr Übergang in die Sgl. centralis durch die Clarkesche Säule gestört, Übergang der beiden Sgl. ineinander vorhanden. Zellreich.

O. Lm. L. R. breiter, ziemlich lang, mit Übergang in den Seitenstrang. Deutliche zonale Schicht. Sgl. nur medial scharf begrenzt, lateral unscharf, von ziemlich viel Fasern durchsetzt; der einzipfelige Markkern ist gut entwickelt. Deutliche Zellschichtung; meist birnförmige oder runde Zellen, wenig spindelige.

Lendenanschwellung. L. R. breiter, kurz, faserarm, geht in den Seitenstrang über, zonale Schicht deutlich. Die Sgl. zeigt eine mediale, in den Hinterstrang eindringende Stufe, ist medial von vielen H. W.-Fasern durchsetzt, den Übergang der beiden Sgl. bildet ein Zwischenstück, das dorso-ventral ziehende Fasern enthält. Markkern wie oben. Die Zellen zeigen auch polygonalen Charakter.

O. Sm. L. R. wie früher. Die kolbige Sgl. zeigt wieder schöne Übergänge, auch in die Sgl. centralis. Der Hinterstrang ist überaus verkürzt. Der Markkern ist mächtig, kolbig. Alle Zellformen sind hier anzutreffen.

Conus. L. R. sehr breit und kurz, fast saumförmig, mit Übergang in den Seitenstrang. Die Sgl. ist faserärmer als im O. Sm. Der Hinterstrang ist noch mehr verkürzt, so daß die Übergänge noch deutlicher sind. Sonst wie oben.

Zusammenfassung.

Bei den Affen tritt die Sgl. überall deutlich hervor. Sie zeigt entsprechend den Anschwellungen eine deutliche Größenzunahme. Im allgemeinen ist die Entwicklung der Sgl. eine gute, jedoch nicht übermäßige. In allen Höhen zeigt sich eine Lissauersche Randzone, die entsprechend der Sgl. entwickelt ist, d. h. dort, wo eine Zunahme der Sgl. auftritt, findet sich auch eine solche der L. R. Schon bei Macacus jedoch findet sich lateral von L. R., eine Zone locker gefügter Fasern, die in ebensolche lockere Fasern des Seitenstranges übergehen, und zwar insbesondere im Lendenmark und Sacralmark. Beim Lemur dagegen findet sich eine L. R. eigentlich deutlich nur in den Anschwellungen, sonst stoßen Hinter- und Seitenstrang fast zusammen und lassen eine L. R. nicht erkennen.

Der Seitenstrang ist aber auch beim Orang schon in den unteren Partien locker gefügt. Man kann diese lockere Fügung vielleicht auffassen als eine Vergrößerung des Processus reticularis. Am deutlichsten ist diese lockere Fügung des Seitenstranges, die zusammenfällt mit einer unscharfen Begrenzung der Sgl. beim Lemur. Sehr wesentlich ist der Umstand, daß die Sgl. sich gelegentlich mit der der anderen Seite und mit der zentralen vereinigt. Bei den Affen tritt das konstant bereits im Brustmark auf, und zwar meist schon im oberen, sicher jedoch immer im Conus terminalis.

Der Zell- und Faserreichtum der Sgl. bewegt sich in mittleren Grenzen, zeigt jedenfalls keine Besonderheiten.

Chiroptera.

Pteropus edulis (Taf. I, Fig. 3, Taf. II, Fig. 4).

O. Cm. L. R. saumförmig, gut abgrenzbar, zonale Schicht deutlich. Sgl. kolbig, sehr mächtig entwickelt, medial scharf, lateral unscharf begrenzt, medial von vielen H. W.-Fasern durchzogen. Pr. springt fast bis zur Mitte des Hinterhorns vor, Markkern sehr mächtig entwickelt, einzipfelig. Zellschichtung deutlich. Neben rundlichen, birnförmigen sind zentrale und intermediäre polygonale Zellen, sehr spärlich spindelige Zellen.

Halsanschwellung. L. R. durch einen lateralen Fortsatz des Hinterstranges verkürzt, kurz, faserarm, geht in den Seiten-

strang über. Sgl. kolbig, sehr groß, ziemlich faserreich, zonale Schicht ziemlich deutlich. Pr. weniger gut, Markkern sehr gut entwickelt. Zellreicher.

U. Cm. L. R. wieder saumförmig kaum zu erkennen. Sgl. sehr groß, sitzt wie eine Kugel dem Hinterhornhals auf. Pr. wie in der Anschwellung. Markkern mächtig, einzipfelig. Sehr zellreich. In der Anordnung ähnlich dem O. Cm.

O. Bm. Der Hinterstrang ist wie ein Dreieck, da er an Länge abnimmt. Der in seinen dorsalen Teilen medial gerückte Seitenstrang verdeckt L. R. Sgl. länglich kolbig, geht in die Sgl. der anderen Seite und in die Sgl. centralis über. Markkern stark entwickelt, einzipfelig. Laterale und mediale Begrenzungen der Sgl. wie oben. Zellarme, wenig polygonale Zellen.

M. Bm. Der Hinterstrang nimmt an Länge noch mehr ab. L. R. gut abgrenzbar, Sgl. geht in die Sgl. der anderen Seite über.

U. Bm. Mit der Zunahme des Hinterstranges wird L. R. kaum erkennbar, wohingegen die zonale Schicht sehr deutlich ist. Der Markkern ist mächtig entwickelt, einzipfelig, die Sgl. relativ faserreich, kolbig, buchtet den Hinterstrang ein, daß er wie eine Flasche aussieht, deren Hals pheripherwärts sieht.

O. Lm. L. R. etwas breiter, sonst wie oben. Zellreicher; wiederum polygonale neben rundlichen und birnförmigen Zellen; spindelige fehlen.

Lendenanschwellung. L. R. saumförmig in den Seitenstrang übergehend. Zonale Schicht sehr deutlich. Sgl. groß, kolbig, medial von sehr vielen großen Faserbündeln der Hinterwurzeln durchzogen, geht in die Sgl. der anderen Seite und in die Sgl. centralis über.

Oberes Sacralmark. Hier sind die polygonalen Zellen in allen Schichten zu finden.

Conus. Hinterstrang dorso-ventral verkürzt. L. R. durch Fortsätze des Seitenstranges und Hinterstranges verdeckt. Der dorsale Teil des Seitenstranges zeigt mehr den Charakter des Pr., Sgl. beider Seiten miteinander verschmolzen, faserreich, medial viele fontänenartige Hinterwurzelfasern.

Vesperugo serotinus.

O. Cm. L. R. saumförmig. Sgl. sehr groß, kolbig, medial von H. W.-Fasern durchsetzt. Pr. bis zum Hinterstrang reichend. Seitenstrang in den medialen Partien locker angeordnet.

Halsanschwellung. Sgl. noch größer, mit starker, medialer Stufe, Seitenstrang zeigt noch lockerere Faseranordnung.

U. Cm. Sgl. auffallend groß mit starker medialer Stufe, so daß der Hinterstrang bis auf einen kaum sichtbaren Streifen zusammengedrückt erscheint. Die Sgl. reicht bis an die Peripherie, durch ein Zwischenstück, das ähnlich gebaut ist, wie die beiden Sgl., gehen diese ineinander über.

O. Bm. Die Sgl. ist weiter, sehr groß, der Seitenstrang medial sehr locker angeordnet.

M. Bm. Der Hinterstrang kürzer, aber in der mittleren Partie nicht so verschmächtigt, wie oben. Er sendet einen langen, lateralen Fortsatz dorsal aus, so daß die L. R. nicht zu erkennen ist. Zonale Schicht ziemlich deutlich. Sgl. zeigt wieder Übergänge in die der anderen Seite und in die Sgl. centralis. Markkern gut entwickelt.

U. Bm. Sgl. etwas größer.

Zusammenfassung.

Bei den Fledermäusen fällt die überaus mächtige Entwicklung der Sgl. in allen Segmenten auf. Trotzdem lassen sie auch hier die Anschwellungen deutlich erkennen. Ferner ist bemerkenswert, daß eine L. R. wohl erkennbar ist, meist aber nur einen schmalen Saum peripher gelagerter Fasern vorstellt. Die Hauptmasse der Lissauerschen Randzone liegt im Seitenstrang, und zwar lateral von der Sgl. Trotzdem ist die Faseranordnung im Seitenstrang meist eine feste, nur in den unteren Partien wird sie locker, an die Formation des Processus reticularis erinnernd. Auch bei den Fledermäusen zeigt sich eine Vereinigung der Sgl. im Brustmarke und im Conus terminalis, und zwar nicht nur eine Vereinigung, welche die beiden Rolandoschen Substanzen betrifft, sondern auch eine Verbindung mit der zentralen. Der Faserreichtum der Sgl. ist ein ziemlich beträchtlicher. Dasselbe gilt für den Zellreichtum, wobei erstens die Schichtbildung eine gute ist, zweitens sich neben den undifferenzierten Elementen ziemlich viele gut differenzierte finden, so insbesondere polygonale.

Carnivora.

Felis domestica.

O. Cm., L. R. lang, schmal, faserreich, zwischen L. R. und Sgl. einige Bündel quergetroffener Fasern, zonale Schicht ziemlich deutlich. Sgl. spitzbogenförmig, sehr faserarm, von Hinterwurzelfasern durchsetzt, medial scharf, lateral unscharf begrenzt. Der Pr. begleitet die Sgl. dorsalwärts und wird von ihr durch Bündel quergetroffener Fasern getrennt. Er reicht bis zur Spitze der Sgl. An seinem dorsalen Ende fehlen die quergetroffenen Bündel fast völlig, hier findet sich hauptsächlich graue Substanz. Zahlreiche Ganglienzellen, welche den kleinsten Elementen angehören. Die blassen, runden Zellen sind die häufigsten. Es folgen spindelige und polygonale Elemente, die gelegentlich eine Andeutung von Nissl-Struktur zeigen. An der Basis der Sgl. finden sich einzelne größere Elemente, und zwar polygonale, ohne daß sie jedoch die Größe der Hinterhornzellen erreichen. Die Grundsubstanz ist bläulich tingiert.

Halsanschwellung. L. R. lang, schmal, zentral ein wenig breiter, faserarm, zonale Schicht ziemlich deutlich, Begrenzung wie oben, etwas größer als oben. Die in den Seitenstrang eingesprengte graue Substanz fehlt. Die zentrale Sgl. scheint mit der Sgl. Rol. durch eine Brücke verbunden. Die Zellen verhalten sich wie oben.

U. Cm., L. R. breiter und kürzer, faserärmer, Sgl. relativ faserreich, sie geht anscheinend in die Sgl. centralis über. Ihre Zellen sind besonders reich an großen Elementen. Der Markkern ist deutlich, aber schwächer als in der Anschwellung.

O. Bm., L. R. schmal und lang, faserarm. Ein gleiches gilt für die Sgl., die mehr ventral gerückt ist und in der Mittellinie mit der der anderen Seite zusammenfällt. An dieser Stelle sind sie von dorso-ventral ziehenden Hinterwurzelfasern durchsetzt. Die Fasern der L. R. gehen anscheinend in den Seitenstrang über, ebenso ist die Sgl. lateral sehr unscharf begrenzt. Nervenzellen sind spärlich, die kleinen Elemente liegen hauptsächlich dorsal.

M. Bm., L. R. etwas länger, Sgl. ventraler gerückt, sehr faserarm, die Sgl. geht in die der anderen Seite und die Sgl. centralis über. Die großen Zellen fehlen fast völlig. Es finden sich mehr spindelige Elemente.

U. Bm. Die Sgl. wieder etwas dorsaler gerückt, ohne daß die Übergänge sich geändert hätten.

O. Lm., L. R. breiter und kürzer, zonale Schicht ziemlich deutlich, mit dem Auftreten der Clarkeschen Säule tritt die Sgl. wieder dorsal, die Stelle, wo sich die beiden Sgl. berührten, wird jetzt von den Zellen der Clarkeschen Säule eingenommen. Reicher an polygonalen, aber überaus kleinen Zellen.

Lendenanschwellung. L. R breit, kurz, faserarm, deutliche zonale Schicht. Sgl. kolbig, Markkern undeutlich. Der Seitenstrang enthält medial sehr locker angeordnete Faserbündel. Die Zellen der Sgl. sind hier wieder größer, und zwar nicht nur ventral, sondern auch dorsal.

O. Sm. Nahezu gleich wie in Lm., nur daß die beiden Sgl. ineinander übergehen. Auch die Zellen sind so wie in Lm.

Conus. L. R. kaum erkennbar, Sgl. faserreicher, Übergang deutlich, die Fasern der L. R. gehen in den Seitenstrang über, der Hinterstrang sendet einen lateralen Fortsatz aus. Nur kleine Zellen vorhanden.

Felis pardus.

O. Cm., L. R. schmal und lang. Zentral ein wenig breiter, faserreich. Die dorsalen Fasern sind fein, die ventralen gröber und gebündelt. Letztere sind mit den lockeren Partien des Seitenstranges im Zusammenhang. Zonale Schicht deutlich. Sgl. nur medial scharf begrenzt, faserreich, Markkern ziemlich mächtig entwickelt, einzipfelig. Im Seitenstrang ein Herd grauer Substanz mit eingestreuten Nervenfasern.

Halsanschwellung. L. R. ähnlich wie im O. Cm., doch haben die Bündel dickerer Fasern nicht mehr dieselbe Ausdehnung. Auch fehlt im Seitenstrang die eingesprengte graue Substanz. Sgl. wie oben sehr faserreich, besonders H. W.-Fasern enthaltend.

U. Cm., L. R. sehr lang und schmal, Sgl. ventraler gelagert, Medial stoßen die beiden Sgl. aneinander, wobei die H. W.-Fasern ein Septum zwischen beiden bilden. Die laterale Begrenzung bleibt unscharf. Die Sgl. ist faserarm. Der Markkern ist gleichfalls schwach entwickelt.

O. Bm., L. R. wie oben. Die dreieckige Sgl. wird in ihrem medialen Rand zur ventralen Begrenzung des Hinterstranges.

Beide Sgl. gehen ineinander und in die Sgl. centralis deutlich über. Markkern wie oben.

M. Bm. gleich O. Bm., doch ist die Sgl. faserreicher und der Übergang derselben in die der anderen Seite undeutlich.

U. Bm., L. R. geht in den Seitenstrang über, zonale Schicht ziemlich deutlich. Die Clarkeschen Säulen drängen die Sgl. dorsal ab, so daß ein Zusammenhang beider Seiten nicht mehr zu erkennen ist.

O. Lm., L. R. kurz und klein, faserarm, mit Übergang in den Seitenstrang. Zonale Schicht undeutlich. Sgl. kolbig, mit medialer starker Stufe, die anscheinend in die Sgl. der anderen Seite und in die Sgl. centralis übergeht. Markkern sehr schwach entwickelt.

Lendenanschwellung. L. R. sehr breit, kurz, faserarm. Sgl. lateral unscharf begrenzt, deutliche zonale Schicht. Sgl. faserreich, Übergang in die zentrale und die der anderen Seite. Markkern nicht deutlich.

Conus. L. R. sehr breit, saumförmig, mit Übergang der Fasern in den Seitenstrang. Sgl. geht anscheinend (?) in die Sgl. centralis und die der anderen Seite über. Undeutlicher Markkern. Wenige Hinterwurzelfasern in der Sgl.

Canis familiaris.

O. Cm., L. R. lang und schmal, faserarm. Die Fasern gehen in eine lockere Schicht des Seitenstranges über, wo sich einige Ganglienzellen hart neben der L. R. finden. Die zonale Schicht ist ziemlich deutlich, die Sgl. ziemlich ventral, faserarm, nur medial scharf begrenzt und von einigen Hinterwurzelfasern durchzogen. Die Zellen lassen sich nicht deutlich differenzieren, sie sind alle nahezu gleich groß, rundlich oder mehr spindelförmig, zeigen ein blasses oder leicht rötlich tingiertes Plasma und einen homogenen Kern. Ihre Anordnung ist diffus. Nahe am dorsalen Ende der Sgl. finden sich einzelne große Zellen vom Vorderhorntypus. Sie gehören dem Pr. retic. an. Markkern mächtig entwickelt, einzipfelig.

Halsanschwellung. L. R. schmal und lang, zonale Schicht deutlich. Sgl. von vielen H. W.-Fasern durchsetzt. Begrenzung nur medial scharf, reichlich zonale Zellen (große spindelförmige Elemente).

Ventral finden sich einzelne polygonale Zellen größeren Typus in der Sgl., während das andere Gebiet von den im O. Cm. beschriebenen Zellen angefüllt wird. Der Markkern ist mächtig entwickelt, einzipfelig. Das Seitenstranggebiet besteht aus lockeren Bündeln, die teilweise in die L. R. übergehen, teilweise mit dem Pr. ret. zusammenhängen.

U. Cm., L. R. sehr schmal, ziemlich lang, ventral etwas breiter, faserarm, zonale Schicht deutlich, Sgl. faserarm, ventraler gerückt, Zellen wie oben; Markkern mächtig entwickelt.

O. Bm., L. R. kaum erkennbar, wie ein schmaler, längsgestellter Streifen. Ventral ein wenig breiter. Zonale Schicht undeutlich.

Sgl. ventraler gerückt, spitzbogenförmig, faserarm. Die Sgl. berühren sich in der Mitte, wobei die durchziehenden H. W.-Fasern ein Septum bilden. Die Zellen sind gruppiert. Man kann eine dorsale aus meist rundlichen und spindeligen Elementen und zwei ventrale unterscheiden, welch letztere auch polygonale Zellen enthalten.

M. Bm., L. R. schmal und lang, zwischen L. R. und Sgl. ein paar Bündel des Seitenstranges. Sgl. medial und lateral scharf begrenzt.

Übergang der Sgl. in die der anderen Seite deutlich, in die Sgl. centralis undeutlich. Die Zellen sind diffus und gehören den kleinen Elementen an. Der mächtige Markkern ist einzipfelig.

U. Bm., L. R. sehr schmal und kürzer, faserarm, zonale Schicht deutlich. Sgl. wieder dorsaler gerückt. Scharf begrenzt nur medial, dort auch von groben Faserbündeln der Hinterwurzeln durchsetzt. Übergang in die der anderen Seite deutlich. Zwischen Sgl. centralis und Sgl. die Clarkeschen Säulen. Zellen wie oben. Markkern sehr mächtig entwickelt.

O. Lm., L. R. breit mit Übergang in den Seitenstrang. Deutliche zonale Schicht. Sgl. faserreich, nur medial scharf begrenzt, von Hinterwurzelfasern eingesäumt. In der Sgl. drei Schichten von Zellen.

Dorsal typische spindelige und rundliche Elemente, ventral dagegen mehr polygonale und größere. Intermediär nur kleine; Markkern einzipfelig, mächtig.

Lendenanschwellung. L. R. breit und kurz mit Übergang in den Seitenstrang. Zonale Schicht deutlich. Sgl. kolbig, groß,

faserreich. Zellen wie oben. Markkern deutlich, aber die Zipfelung ist undeutlich.

O. Sm., L. R. wie oben, zonale Schicht deutlich, Sgl. wie eine Windung, die Zellenmenge etwas geringer als in Lm. Markkern wie oben.

Conus. L. R. sehr breit und recht kurz, faserreich mit Übergang in den Seitenstrang, zonale Schicht deutlich. Sgl. wie eine Windung, die lateral unscharf begrenzt ist. Sie ist faserreich und geht, da der Hinterstrang sich abflacht, in die der anderen Seite über.

Der Hinterstrang ist wie eine Platte mit leichter medialer Verdickung und begrenzt die Sgl. dorsal. Der Zellenreichtum nimmt im Conus außerordentlich zu und ventral zeigen sich größere Elemente. Der Markkern ist sehr mächtig entwickelt und einzipfelig.

Canis latrans.

O Cm., L. R. wegen Vereinigung des Seiten- und Hinterstranges schwer erkennbar. Sehr lang und äußerst schmal. Zonale Schicht ziemlich deutlich. Sgl. ziemlich faserreich, beiderseits gut begrenzt, enthält ventral einige polygonale Zellen und große blasse rundliche. Intermediär sehr wenig spindelige Zellen, die sich auch dorsal finden. Sonst ziemlich zellarm.

Halsanschwellung. L. R. gut abgegrenzt, lang und schmal, deutliche zonale Schicht, zwischen Sgl. und L. R. einzelne quergetroffene Faserbündel, die Sgl. ist größer, faserreich, buchtet den Hinterstrang ein, ist lateral etwas unscharf begrenzt. Zellreicher wie im O. Cm. zeigt sie deutliche Schichtung. Ventral viele polygonale Zellen; intermediär mehr spindelige, dorsal mehr birnförmige.

U. Cm. Die L. R. läßt einen Übergang erkennen. Die Sgl. hat abgenommen, der Markkern ist einzipfelig. Die Zellschichtung ist ähnlich jener der Halsanschwellung, doch nicht so zellreich.

O. Bm. Hier ist L. R. wegen Vereinigung von Hinter- und Seitenstrang nicht erkennbar, die Sgl. erscheint ventral gerückt und zeigt dort eine Vereinigung. Ventral finden sich reichlich polygonale, birnförmige und spindelige Zellen, welch letztere größer sind als in den anderen Höhen. Intermediär sind nur

einzelne birnförmige und spindelige, dorsal meist birnförmige Zellen vorhanden.

M. Bm. Infolge Quetschung unbrauchbar.

U. Bm., L. R. erkennbar. Sgl. dorsaler gerückt, buchtet den Hinterstrang ein wenig ein, zeigt ventral einige birnförmige, einige spindelige Zellen, desgleichen auch intermediär, während letztere dorsal fehlen.

U. Lm., L. R. breiter wie oben, ebenso lang, geht ventral in den Seitenstrang über, Sgl. mächtig, sehr faserreich, lateral unscharf begrenzt. Hier sind die birnförmigen und intermediären Zellen sehr spärlich.

Lendenanschwellung. L. R. kurz, breit, faserreich mit Übergang in den Seitenstrang. Deutliche zonale Schicht, die Sgl. stärker wie oben, den Hinterstrang einbuchtend. Faserreich, besonders medial von H. W.-Fasern durchsetzt. Laterale Begrenzung unscharf, Übergang der Sgl. in die zentrale und in die andere Seite nicht sicher erkennbar. Es finden sich ventral einige polygonale Zellen und einige große spindelige, ziemlich viel birnförmige. Intermediär nur die letzteren beiden Typen, während dorsal meist birnförmige vorhanden sind.

Die unteren Segmente sind zerquetscht.

Mustela foina.

Cm., L. R. kurz und schmal, ventral breit, dorsal spitz zulaufend, faserarm. Zonale Schicht deutlich. Markkern schwach entwickelt. Pr. springt als vereinzelte Bündel vor. Sgl. spitzbogenförmig, medial scharf begrenzt, von den Fasern der Hinterwurzel durchzogen, lateral weniger scharf begrenzt. Die Hauptmasse der Sgl. ist durch H. W.-Fasern von einer Substanz getrennt, die den gleichen Bau wie die Sgl. Rol. aufweist und mit der Sgl. centr. zusammenhängt.

Halsanschwellung eckig, mit gerader dorsaler Fläche breit und kurz, sehr faserarm, zentralwärts breiter.

Sgl. medial scharf begrenzt, von H. W.-Fasern durchsetzt. Lateral weniger scharf begrenzt, zeigt starke mediale Stufe. Zonale Schicht ziemlich deutlich. Markkern schwach entwickelt.

U. Cm., L. breit und kurz, faserarm. Zonale Schicht undeutlich. Markkern schwach entwickelt. Sgl. lateral nicht scharf begrenzt, wegen der locker stehenden Seitenstrangfasern; medial

ganz scharf begrenzt und von H. W.-Fasern durchsetzt. Rundbogenförmig.

O. Bm., L. schmal, lang, ventral breiter, faserreich. Zonale Schicht ziemlich deutlich, Markkern schwach entwickelt. Sgl. medial scharf begrenzt, lateral weniger scharf begrenzt. Ventraler gerückt; spitzbogenförmig. Faserarm.

Die H. Strg. nehmen in dorsoventraler Ausdehnung ab, nach der Breite besonders dorsal zu; dadurch wird die Sgl. ventraler gedrängt und stößt medial mit der der anderen Seite zusammen. Anfangs schnüren H. W.-Fasern ein medianes, unpaares Stück ab.

M. Bm., R. schmal und lang, zentralwärts breiter, enthält wenige Fasern. Markkern relativ gut entwickelt. Sgl. medial scharf begrenzt; lateral weniger scharf begrenzt. Sehr faserarm. Spitzbogenförmig, geht in Sgl. der anderen Seite über (anscheinend). Ähnlich wie in dem eben beschriebenen Segment. Clarkesche Säulen vorhanden.

U. Bm., L. R. breiter und kürzer, faserarm. Zonale Schicht undeutlich. Markkern schwach entwickelt.

Pr. springt mehr vor, als in oberen und mittleren Bm. Sgl. medial scharf begrenzt, von H. W.-Fasern durchsetzt, lateral weniger scharf begrenzt; spitzbogenförmig. Faserarm. Der ventralste Teil des Hinterstranges ist verschwunden und die mediale Begrenzung der Sgl. ist zur medial-ventralen des Hinterstranges geworden.

O. Lm., L. R. schmal und kurz, faserarm. Zonale Schicht undeutlich. Markkern sehr schwach entwickelt. Pr. springt nicht vor. Sgl. dorsaler gerückt, medial scharf begrenzt, von H. W.-Fasern durchsetzt, lateral weniger scharf begrenzt. Mäßig spitzbogenförmig. Faserarm. Dort wo früher die Sgl. zusammenstießen, liegen jetzt die Clarkeschen Säulen.

Lendenanschwellung ähnlich der Halsanschwellung. Sgl. mediale Stufe bedeutend groß, breit und kurz, sehr faserarm. Sgl. medial scharf begrenzt, lateral weniger scharf begrenzt. Bedeutende mediale Stufe. Zonale Schicht deutlich. Markkern schwach entwickelt. Sgl. geht in Sgl. centralis und Sgl. der anderen Seite über.

O. Sm. L. R. faserarm, breit, kurz, die Fasern der L. R. gehen in locker angeordnete Fasergewebe des Seitenstranges über. Zonale Schicht deutlich. Markkern schwach entwickelt.

Sgl. faserreich, kolbig, medial scharf, lateral undeutlich begrenzt. Pr. tritt zurück. Sgl. geht anscheinend in Sgl. centralis über, und in Sgl. der anderen Seite.

Conus. Markkern relativ mächtig entwickelt. Sgl. lateral nicht scharf begrenzt, medial scharf begrenzt und von Fasern der Hinterwurzel in den medialen Teilen durchsetzt, sonst faserarm.

Der Hinterstrang ist ähnlich wie im Dorsalmark, desgleichen das Verhalten der Sgl.

Putorius ermineus.

O. Cm., L. R. ziemlich kurz, schmal, faserreich. Zonale Schicht undeutlich. Sgl. faserarm, lateral und medial scharf begrenzt. Markkern mächtig entwickelt.

Halsanschwellung. L. R. ziemlich lang, schmal, faserreich, geht in den Seitenstrang über. Zonale Schicht undeutlich. Sgl. nur medial scharf begrenzt, spitzbogenförmig, faserarm. Markkern deutlich.

U. Cm., L. R. wie oben. Zonale Schicht desgleichen. Sgl. medial und lateral scharf begrenzt, faserarm, spitzbogenförmig. Markkern deutlich.

O. Bm., L. R. schmal, lang, faserreich; zonale Schicht deutlich. Sgl. faserarm, ventraler gerückt. Übergang in die der anderen Seite. Markkern deutlich.

M. Bm., L. R. schmal, lang, faserreich, zonale Schicht undeutlich.

Sgl. medial scharf, lateral unscharf begrenzt. Übergang der beiden Sgl. wahrscheinlich. Markkern deutlich.

U. Bm., L. R. kürzer und ein wenig breiter, faserreich, Sgl. ein wenig dorsaler gerückt, sonst wie im mittleren Bm.

O. Lm., L. R. kürzer, breiter, faserreich. Deutliche zonale Schicht.

Sgl. nur medial scharf begrenzt und von Hinterwurzelfasern durchsetzt. Dorsal von den Clarkeschen Säulen eine schmale, der Sgl. ähnliche Zone, die einen Übergang der beiden Sgl. andeutet. Markkern deutlich.

Lendenanschwellung. L. R. wie oben. Sgl. zeigt eine mediale Stufe, ist kolbig, geht in die Sgl. centralis und in die der anderen Seite über. Der Hinterstrang sendet einen lateralen

Fortsatz aus, der den L. R. verkürzt. Der Markkern ist deutlich, aber nicht stark entwickelt.

O. Sm., L. R. sehr verschmälert und kurz, aber faserreich. Die Sgl., welche wieder lateral unscharf begrenzt ist, geht in die zentrale und die der anderen Seite über. Der Hinterstrang ist breiter und flacher geworden. Er begrenzt die Sgl. von hinten, statt von der medialen Seite.

Conus. L. R. kaum erkennbar, da der Hinterstrang die dorsale Begrenzung der Sgl. übernommen hat. Die beiden Sgl. sind mit der zentralen zu einem kolbigen Gebilde verschmolzen, das sehr faserarm ist, der Markkern ist deutlich.

Zusammenfassung.

Die Raubtiere zeigen bloß eine mittelmäßige Entwicklung der gelatinösen Substanz. Auch hier wieder sind die Anschwellungen deutlich durch Vergrößerung der letzteren ausgeprägt. Die Lissauersche Randzone ist überall vorhanden und in ihrer Entwicklung der gelatinösen Substanz entsprechend. Hier zeigt sich, daß gelegentlich Seitenstrangbündel sich zwischen die Sgl. und die L. R. einschieben, auch sonst zeigen sich laterale Übergänge der L. R. in den Seitenstrang. Dieser selbst ist nur teilweise locker gefügt und zeigt im Halsmark eigentümliche Einsprengungen grauer Substanz, die offenbar als Vergrößerungen des Processus reticularis aufzufassen sind. Die Sgl. Rol. zeigen Verbindungen miteinander, und zwar im oberen Brustmark und im Sacralmark. Diese Verbindungen finden sich gelegentlich auch in der Sgl. centralis. Bezüglich dieser Vereinigung läßt sich bei den Raubtieren eine Reihe aufstellen, derart, daß sie beim Hund am wenigsten deutlich ist, bei der Katze deutlicher wird, beim Panther höher oben beginnt als bei der Katze. Beim Stinkmarder findet sie sich auch dort, wo dieselbe bei den anderen Tieren vermißt wird, d. i. beim Auftreten der Clarkeschen Säulen, und beim gemeinen Marder ist der Übergang am deutlichsten und findet sich sogar schon im Halsmark.

Der Faserreichtum der Sgl. ist kein beträchtlicher, der Zellreichtum dagegen nicht gering, insbesondere tritt auch die Differenzierung gelegentlich hervor. Dies gilt aber nur für die Anschwellungen.

Insectivoren.

Erinaceus europeus (Taf. I, Fig. 6; Taf. II, Fig. 6).

O. Cm., L. R. saumförmig, schwer erkennbar, zonale Schicht undeutlich. Sgl. rhombisch mit starker medialer Stufe, nur medial scharf begrenzt, geht anscheinend in die Sgl. centralis und die Sgl. der anderen Seite über. Ventral einzelne polygonale Zellen, etwas mehr spindelige, viele rundliche. Sonst meist rundliche Zellen, im allgemeinen nicht sehr reichlich, die meisten von embryonalem Charakter. Der Markkern ist schwach entwickelt, vom Hinterstrang schlingt sich dorsal ein lateraler Fortsatz gegen den Seitenstrang, dessen Fasern locker angeordnet sind.

Halsanschwellung. L. R. sehr breit und kurz, faserarm, deutliche zonale Schicht, Sgl. nur medial scharf begrenzt, enthält ventral einige polygonale Zellen und einzelne große spindelige, besonders in den lateralen Partien. Dorsal und intermediär meist rundliche Zellen, die dorsal etwas größer sind, der Zellreichtum ist aber eher noch geringer als im O. Cm. Der Markkern ist deutlich, aber schwach entwickelt. L. R. und Seitenstrang gehen ineinander über.

U. Cm., L. R. wie oben, zonale Schicht desgleichen. Sgl. zeigt ventral einige polygonale Zellen, lateral in die weiße Substanz des Seitenstranges eingesprengt, große rundliche und große spindelige Zellen. Dorsal und intermediär überwiegen die rundlichen, die besonders lateral vorhandenen spindeligen Zellen; dabei ist der Zellreichtum bedeutender als früher. Der Markkern ist ziemlich mächtig entwickelt, zwischen der Sgl. centralis und Sgl. Rol. liegt eine Zone mit vielen Zellen.

O. Bm., L. R. schmäler, kurz und faserarm, zonale Schicht undeutlich.

Sgl. medial von mehr H. W.-Fasern durchsetzt, sonst wie in U. Cm. Wieder zellarm, mit den embryonalen Zellen im Vordergrund. Übergang der Sgl. ineinander erkennbar; zwischen Sgl. centralis und Sgl. Rol. liegt die Clarkesche Säule.

M. Bm., L. R. äußerst breit und kurz, zonale Schicht deutlich, Sgl. kolbig, enthält wenige feine Fasern, medial scharf, lateral unscharf begrenzt, Zellen wie oben, Clarkesche Säule wie oben.

U. Bm., L. R. gleich M. Bm. Auch bezüglich der Zellen keine wesentliche Änderung.

O. Lm., L. R. schmaler, kurz, faserarm. Zonale Schicht deutlich. Sgl. ebenso begrenzt wie früher, wie eine rhombische Platte mit vielen Hinterwurzelfasern. Die Clarkesche Säule ist gut erkennbar. Sie enthält mehr polygonale Zellen in den ventralen und mittleren Partien.

Lendenanschwellung. L. R. sehr breit und sehr kurz, deutliche zonale Schicht. Sgl. wie oben, zeigt deutlich drei Zellschichten. Ventral viele polygonale Zellen, viele rundliche, weniger spindelige. Dorsal desgleichen mehr rundliche als spindelige. Intermediär sind besonders lateral einzelne große spindelige Elemente hervorzuheben. Im allgemeinen etwas zellärmer.

O. Sm., L. R. zum Teil durch längsgetroffene Hinterwurzelfasern verdeckt. Zonale Schicht deutlich. Sgl. sehr groß, kolbig, faserreich; Grenzen wie früher. Die Zellverhältnisse ähnlich wie im Lm. Der Markkern mächtig entwickelt.

Conus. L. R. sehr breit, sehr faserarm. Zonale Schicht undeutlich. Sgl. kolbig, faserarm, ventral einzelne große, blasse Zellen, vereinzelte rundliche Zellen, einige spindelige Zellen. Mitten und dorsal viele kleine rundliche, einzelne spindelige, einzelne größere, blasse, rundliche Zellen. Im allgemeinen sind zwei Typen zu unterscheiden: kleine dunkle polygonale, größere rundliche oder ovale helle. Der Markkern ist nicht sehr mächtig entwickelt.

Talpa europaea.

O. Cm. L. R. sehr schmal und kurz, da der Hinterstrang einen langen lateralen Fortsatz aussendet. Sgl. kolbig, nur medial scharf begrenzt, ziemlich faserreich, geht anscheinend in die Sgl. centralis über und reicht fast an die dorsale Peripherie. Lateral von der Sgl. liegt im Seitenstrang ein System, das aus lockeren dünnen Fasern besteht, die denen im L. R. ähnlich sind.

Halsanschwellung. L. R. kurz, wegen des Hinterstrangfortsatzes schwer erkennbar. Zonale Schicht deutlich. Sgl. zeigt medial eine sehr starke Stufe, ist hier von vielen Hinterwurzelfasern durchsetzt, sonst aber faserarm. Markkern wie oben, schwach entwickelt.

U. Cm. Außer der Form der Sgl., die kolbig ist, hat sich nichts verändert.

O. Bm., L. R. schmal, kurz, faserreich, schließt sich an die lockeren dünnen Fasern des Seitenstranges an. Zonale Schicht ziemlich deutlich. Die Sgl. kolbig, enthält im allgemeinen, besonders aber medial, viele Fasern. Markkern ziemlich mächtig.

M. Bm., L. R. schmal und kurz. Sgl. sehr faserarm, kolbig, stößt in der Mitte mit der der anderen Seite zusammen, Clarkesche Säule zwischen Sgl. Rol. und Sgl. centralis. Die locker angeordnete Faserschicht im Seitenstrang ist vergrößert, der Markkern deutlich schwach entwickelt, einzipfelig.

U. Bm., L. R. etwas breiter und kurz, faserarm. Zonale Schicht wie oben undeutlich. Markkern schwach entwickelt.

O. Lm., L. R. schmal, kurz, faserarm. Lateraler Fortsatz des Hinterstranges kürzer, der Seitenstrang faserärmer. Die Hinterstränge werden sehr schmal, gleichsam von der Sgl. zusammengedrückt. Zonale Schicht deutlich. Sgl. kolbig, sehr mächtig entwickelt, geht anscheinend in die Sgl. centralis und die der anderen Seite über. Sie enthält weniger Fasern und ist begrenzt wie in den anderen Partien. Der Markkern ist schwach entwickelt.

Lendenanschwellung. L. R. sehr schmal und sehr kurz, zonale Schicht undeutlich, Sgl. sehr faserarm, begrenzt wie früher, geht in die der anderen Seite und in die zentrale über. Die Hinter- und Seitenstrangverhältnisse wieder dem Bm. ähnlicher.

O. Sm. ähnlich O. Lm.

Conus. L. R. schmal, kurz, faserarm. Undeutliche zonale Schicht. Die Sgl. relativ faserreich, der ventralste Hinterstranganteil scheint verschwunden und ist ersetzt durch die Sgl., welche in die der anderen Seite und in die zentrale übergeht. Der ganze Seitenstrang zeigt sehr lockere Faseranordnung. Der Markkern ist nicht deutlich.

Zusammenfassung.

Bei den Insektivoren ist die Sgl. ziemlich gut entwickelt. Die Anschwellungen sind deutlich, die Lissauersche Randzone ist nur saumförmig, dafür findet sich im Seitenstrang knapp an der Sgl. ein System feiner Fasern, das der L. R. vollkommen ähnlich sieht. Der Seitenstrang setzt sich in der Gegend der Sgl. zusammen aus locker gefügten Fasern. Die Sgl. verschmilzt beim Maulwurf im Brustmark und im Lendenmark mit der

der anderen Seite, während beim Igel eine Verschmelzung eigentlich nur im unteren Sacralmark deutlich ist. Außer in den Anschwellungen findet sich eine gewisse Zellarmut der Sgl. Die Zellen sind auch keineswegs so differenziert, wie bei den höheren Tierklassen. Es sind meist solche von embryonalem Typus. Gleich den Zellen sind auch die Fasern wenig gut entwickelt, so daß Zellarmut und Faserarmut parallel gehen.

Rodentia.

Mus musculus.

O. Cm. (nur Zellpräparat). Die Zellen sind wenig differenziert, sie gehören meist kleinen rundlichen oder spindeligen Elementen an. Auch die wenigen polygonalen Zellen sind auffallend klein.

Halsanschwellung. Die Sgl. sitzt wie eine kolbige Auftreibung auf dem Hinterhornmarkkern. Der Hinterstrang sendet einen schmalen Streifen längs der Peripherie der Sgl., so daß man von einer scharf begrenzten Randzone nicht sprechen kann. Der Streif ist medial breiter als lateral, wo die Sgl. beinahe an die Peripherie stoßt. Sie selbst ist von Fasern stark durchzogen, medial scharf, lateral unscharf begrenzt. Der Markkern ist schwach entwickelt. Die Zellen zeigen besonders in der zonalen Schicht einzelne größere Elemente. Ebensolche finden sich auch ventral, und zwar sicher im Gebiete der Sgl.

U. Cm., L. R. breit, kurz, faserarm. Die Sgl. liegt fast an der Peripherie, allerdings nur in der lateralen Hälfte. Die Sgl. ist medial scharf begrenzt und steht hier durch einen schmalen, dem Hinterstrang anliegenden Streifen mit der Sgl. centralis verbunden. Der Markkern ist deutlich, aber ohne Zipfelbildung. Die Zellen zeigen dreischichtigen Typus, ohne daß die Schichten sich in irgend etwas unterscheiden würden. Die dorsalste jedoch ist zellärmer.

O. Bm., Sgl. kolbig, der Hinterstrang zieht sich allmählich verschmächtigend bis nahe der Mitte der Sgl. in der Peripherie zurück, dann liegt diese der Peripherie direkt an. Lateral von ihr folgen schließlich locker gefügte Fasern im Seitenstrang, die sich auch ventralwärts bis zum Pr. ret. fortsetzen und ganz das Aussehen der L. R. tragen. Zellen wie oben.

M. Bm. wie oben. Die Sgl. durch eine Brücke miteinander verbunden, die mäßig breit und hoch ist. Ein Stratum zonale wird vermißt. Der Markkern schließt sich an den Pr. ret. an. In der mächtig entwickelten Sgl. sind sehr zahlreiche Zellen, fast alle vom gleichen rundlichen Typus.

U. Bm. wie oben, die Hinterhörner verschmelzen breit. Zellen wie oben.

O. Lm. Längs der Peripherie Hinterwurzelfasern, die sich im Bogen um die Sgl. schlingen und dann erst durch den Hinterstrang in sie eintreten. Außer diesen bildet der Hinterstrang selbst die Peripherie. Die Sgl. ist wie eine rhombische Platte medial scharf begrenzt, von vielen Hinterwurzelfasern durchsetzt, stößt lateral an die lockeren Fasern des Seitenstranges, die der L. R. so ähnlich sehen.

Lendenanschwellung. Die Sgl. ist kolbig, medial mehr von Hinterwurzelfasern begrenzt, wie in anderen Höhen, lateral sehr faserarm. Sie zeigt wieder einen ventro-medialen Fortsatz, der bis an die Basis der Hinterstränge reicht. Die Zellen lassen eine größere Differenzierung erkennen, insbesondere finden sich dorsal und ventral große polygonale. Schichtdifferenzierung ist nicht erkennbar.

O. Sm. wie oben, nur fehlt der ventro-mediale Fortsatz der Sgl. In den Zellen läßt sich eine dorsale und ventrale Schicht differenzieren, die ventrale ist zellreicher. Die Zellen selbst zeigen keine Differenzierung.

Conus. Die Sgl. ist kolbig, gegen früher auffallend verkleinert, faserarm, deutlicher Markkern.

Mus rattus (Taf. I, Fig. 7).

L. R. kaum angedeutet. Die Sgl. nahe der Peripherie, von ihr nur durch einen schmalen Saum von Fasern getrennt. Die Sgl. kolbig, ziemlich faserreich, medial scharf begrenzt, von einigen Hinterwurzelfasern durchsetzt, lateral stößt sie an ein Gebiet, das locker gefügte Fasern feinen Kalibers enthält (L. R.). Die Zellen der Sgl. sind überaus dicht gefügt und lassen zwei Typen erkennen: rundliche protoplasmaarme und polygonale; der Markkern sehr schwach entwickelt.

Halsanschwellung. L. R. wie oben. Sgl. kolbig, nur medial von groben Faserbündeln in der Hinterwurzel durchsetzt, sonst

wie oben. Hier überwiegen die kleinen rundlichen Elemente. Nur ventral zeigen sich einzelne große, polygonale Zellen, ähnlich den Hinterhornzellen gebaut. Die spindeligen Elemente treten zurück.

U. Cm. Der Hinterstrang wird ventral kürzer, auch sein lateraler Fortsatz nimmt ab. Die Sgl. sehr faserarm, kolbig, die Zellen zeigen mehr spindeligen Typus. Der Markkern ist undeutlich.

O. Bm. Die L. R. fehlt. Im Seitenstrang analoge Verhältnisse wie oben. Sgl. sehr faserarm, kolbig, Grenzen wie früher. Hier lassen sich drei Schichten von Zellen nachweisen: eine dorsale und intermediäre, vorwiegend aus rundlichen Zellen zusammengesetzte, eine ventrale, mehr gemischten Charakters. Die spindeligen treten auch hier gegen die rundlichen zurück. Die Zellen im allgemeinen sind von verschiedener Größe.

M. Bm. Der laterale Hinterstrangfortsatz wird etwas länger. L. R. ein schmaler Saum, äußerst faserarm. Der Zusammenhang mit dem Seitenstrang wie oben. Die Zellen der Sgl. diffus angeordnet. Markkern schwer erkennbar.

U. Bm., L. S. schmal, sehr faserarm. Die Sgl. bildet eine mediale, den Hinterstrang einbuchtende Stufe. Zellen wie oben.

O. Lm., L. R. kaum erkennbar, Zusammenhang mit Seitenstrang wie früher. Die Sgl. ist kolbig, zeigt medial eine scharfe Stufe von einigen Faserbündeln der Hinterwurzel durchsetzt. Ist lateral sehr unscharf begrenzt. Es zeigen sich zwei Zellschichten, die deutlich voneinander geschieden sind: Eine dorsale, fast ausschließlich aus rundlichen Zellen bestehend, eine ventrale, mehr gemischte, mit einzelnen großen Elementen.

Lendenanschwellung. Sgl. kolbig, abgesehen von etwas größerem Zellreichtum in allen Verhältnissen gleich dem O. Lm. Markkern ebenfalls undeutlich.

O. Sm., L. R. breit, kurz, faserarm. Zonale Schicht undeutlich. Die Sgl. überaus stark entwickelt, ist mit der der anderen Seite und der zentralen verschmolzen. Der Seitenstrang verliert seinen medialsten Teil, der Hinterstrang seinen ventralsten und begrenzt die Sgl. dorsal. Der Zellreichtum ist geringer, doch kann man drei Schichten ziemlich deutlich voneinander unterscheiden. Der Markkern ist undeutlich.

Conus. Der Hinterstrang ist sehr schmal und begrenzt die Sgl. dorsalwärts. Der ganze Seitenstrang ist zerklüftet. Die

L. R. sehr faserarm und kurz. Die zonale Schicht ist undeutlich. Die Sgl. ist breit, mit der der anderen Seite und der zentralen verschmolzen und nur von feinen Fasern durchzogen. Zellenverhältnisse die gleichen. Markkern nicht erkennbar.

Lepus cuniculus (Taf. II, Fig. 9).

O. Cm., L. R. schwer erkennbar, weil Hinter- und Seitenstrang vermittels ihrer Fortsätze miteinander verschmolzen sind. Ziemlich deutliche zonale Schicht. Die Sgl. ist kolbig, medial von Hinterwurzelfasern durchzogen, sonst faserarm, zeigt einen Übergang in die Sgl. centralis und in die der anderen Seite. (?) Die Zellen der Sgl. sind zahlreich in ihrer Form, trotzdem sie den kleinen Elementen angehören, gut differenziert, meist rundlich, weniger spindelig. Der Markkern ist deutlich einzipfelig.[a]

Halsanschwellung. L. R. breit und kurz, faserreich. Die Fasern gehen in ähnliche des Seitenstranges über, letztere verschmelzen mit dem Pr. ret. und stehen ziemlich weit auseinander. Zonale Schicht deutlich. Die Sgl. zeigt eine starke mediale Stufe in den Hinterstrang, ist lateral von den oben geschilderten Seitenstrangpartien unscharf begrenzt, sie zeigt Übergänge in die der anderen Seite und in die zentrale Sgl. Die Zellen zeigen vorwiegend kleinere und größere rundliche Elemente, weniger spindelige als im O. Cm., dagegen einzelne größere polygonale ventral. Der Markkern schwächer entwickelt als im O. Cm.

U. Cm., L. R. ein wenig länger, faserreicher, sonst ähnlich der Halsanschwellung. Zonale Schicht undeutlich. Sgl. kolbig, faserärmer als in den oberen Schnitten. In der ventralen Partie mehr polygonale Zellen, in der mittleren Partie ziemlich viel spindelige Elemente, während die rundlichen im allgemeinen abgenommen haben. Die Differenzierung ist keine sehr auffallende. Der Markkern ist sehr schwach entwickelt.

O. Bm., L. R. breit, länger, faserreich. Zonale Schicht undeutlich.

Sgl. geringer entwickelt als oben, sehr faserarm. Der Übergang in die Sgl. centralis und in die der anderen Seite deutlich. Die Zellen sind geringer, ventral, einzelne polygonale, spindelige und rundliche. Intermediär viele spindelige und rundliche, während

dorsal hauptsächlich kleinere und größere rundliche Elemente zu sehen sind. Markkern wie oben.

M. Bm., L. R. lang, schmal und faserreich, Zusammenhang mit dem Seitenstrang. Zonale Schicht deutlich. Sgl. ventraler gerückt, sehr faserarm, Übergänge nicht so deutlich wie früher. Die Schichtbildung ist hier deutlicher, die Zellformen treten nicht so besonders hervor, insbesondere treten die rundlichen an Zahl zurück. Markkern undeutlich.

U. Bm., L. R. breiter, kürzer, faserärmer. Zusammenhang mit dem Seitenstrang. Zonale Schicht undeutlich. Sgl. faserarm, wieder dorsaler gerückt, hier sind die Übergänge deutlich zu sehen. In der ventralen Partie der Sgl. einzelne polygonale, den Hinterhornzellen ähnliche Gebilde. Dorsal wenige spindelige und noch weniger rundliche Zellen. Das gleiche gilt für die intermediären Teile. Die zonalen Zellen sind lateral besonders deutlich, groß, vom polygonalen Typus.

O. Lm., L. R. sehr breit, sehr kurz, faserärmer als früher. Zonale Schicht undeutlich. Sgl. zeigt medial eine scharfe Stufe, ist sehr faserarm, es läßt sich ein dreischichtiger Typus der Zellanordnung ziemlich gut erkennen. Ventral einige polygonale, viele rundliche, wenig spindelige. Intermediär größere rundliche, polygonale und spindelige. Dorsal kleine und größere rundliche in reichlicher Anzahl, spindelige geringer. Die zonalen Zellen sind durchwegs größer als die Zellen der Sgl. Der Markkern ist schwach entwickelt.

Lendenanschwellung. L. R. äußerst breit und kurz, ziemlich faserreich. Die zonale Schicht deutlich. Die Sgl. ist wie eine rhombische Platte. Medial von vielen groben Faserbündeln durchsetzt, lateral faserarm. Im allgemeinen aber faserreich. Sie geht in die Sgl. der anderen Seite und in die zentrale über. Die Zellen lassen den dreischichtigen Typus noch eben deutlich hervortreten. Ventral mehr polygonale Zellen. Etwas zellreicher als im O. Lm.

O. Sm., L. R. breit, kurz, ziemlich faserreich. Der halbe Seitenstrang zeigt die Fasern ähnlich auseinanderstehend. Zonale Schicht deutlich. Der Hinterstrang begrenzt die Sgl. mehr dorsal als medial. Sie ist kolbig, faserarm und zeigt die im Lm. genannten Übergänge. Die drei Schichten sind ziemlich deutlich. Ventral finden sich vorwiegend polygonale Zellen. Sie sind auch

am besten differenziert und gehen in jene des Hinterhorntypus über. Die zonalen Zellen bestehen aus großen spindeligen Elementen. Der Markkern besitzt keine quergetroffenen Fasern.

Conus. Im ganzen viel zellärmer als in den höheren Ebenen. Ventral zeigen sich viele polygonale Zellen, auch ziemlich große spindelige und rundliche. Dorsal und intermediär viele kleinere und größere rundliche Zellen, sowie etwas weniger spindelige.

Cavia cobaya.

O. Cm., L. R. breit, kurz, faserarm. Die Hinterstränge legen sich saumförmig dorsal vor die Sgl., lassen sich von der L. R. nicht trennen. Der Seitenstrang geht in seiner lockeren Faseranordnung in die L. R. über. Die Sgl. ist kolbig, faserarm, zeigt eine mediale große Stufe, enthält viele Hinterwurzelfasern und ist nur medial scharf begrenzt. Die Sgl. ist im allgemeinen zellreich, ventral sind einige große polygonale Zellen, viele kleinere und größere rundliche Zellen. Sehr wenig kleine, spindelige Elemente. Intermediär mehr rundliche, dorsal sind rundliche und spindelige nahezu gleich zahlreich, letztere hauptsächlich lateral.

Halsanschwellung. Die Sgl. etwas faserärmer, auffallend kleiner als im oberen Cm., sonst wie oben. Ventral einige polygonale Zellen, sonst überwiegen die rundlichen Elemente über die spindeligen.

U. Cm. Die saumförmige L. R. geht in den Seitenstrang über. Sonst wie in der Anschwellung, nur daß sich ventral mehr polygonale Zellen finden, daneben einzelne große spindelige, dorsal überwiegen die rundlichen Elemente.

O. Bm., L. R. saumförmig, geht in den Seitenstrang über. Zonale Schicht ziemlich deutlich. Sgl. mehr ventral gerückt, medial weniger ausgebuchtet, ziemlich faserreich, Begrenzung wie früher. Sie ist zellärmer, die spindeligen Zellen überwiegen ventral, die rundlichen dorsal. Polygonale fehlen.

M. Bm., L. R. länger, schmäler, faserreich. Sgl. gleichfalls faserreich, etwas größer als im O. Bm., enthält ventral einige polygonale Zellen. Der Zellreichtum gleicht dem O. Bm., eine Schichtenbildung nicht hervortretend. Der ziemlich mächtig entwickelte Markkern ist einzipfelig.

U. Bm. wie oben. Auch bezüglich der Zellen keine wesentlichen Unterschiede, nur etwas zellärmer und dorsal vielleicht ein wenig mehr spindelige Elemente als rundliche.

O. Lm., L. R. nicht gut abgrenzbar wegen der Hinter- und Seitenstrangfortsätze. Zonale Schicht deutlich. Sgl. kolbig, faserreich, medial stark ausgebuchtet, ventral einige vorgeschobene Hinterhornzellen enthaltend, viele rundliche und weniger spindelige Elemente. Letzteres auch in den beiden anderen Schichten. Markkern deutlich einzipfelig.

Lendenanschwellung. L. R. wie oben, zonale Schicht deutlich. Sgl. faserreich, Andeutung von zwei kolbigen Ausbuchtungen der Sgl., die Zellen sind deutlich in drei Schichten, die nur ventral polygonale Elemente enthalten.

O. Sm., L. R. länger, schmal, faserreich, zonale Schicht sehr deutlich. Sgl. sehr groß, sehr faserreich, in der Form ähnlich wie im Lm.; deutliche Übergänge in die Sgl. der anderen Seite. Die Schichtung undeutlich, wenig zellreich, ventral auch polygonale Elemente neben spindeligen. Dorsal mehr rundliche. Der Markkern mächtig entwickelt und zum Unterschied von der Lendenschwellung zweizipfelig.

Conus. L. R. breit, mehr kurz und faserarm, zonale Schicht deutlich. Sgl. zeigt Übergänge in die der anderen Seite und in die Sgl. centralis. Sie ist faserreich, lateral weniger scharf begrenzt als medial. Die Zellen sind diffus angehäuft. Solche mit blassem Kern und blassem Plasma meist rundlich, während die dunkler gefärbten polygonale sind. Die ersteren fanden sich in allen Höhen, jedoch nicht so reichlich als hier. Der Markkern mächtig, einzipfelig.

Zusammenfassung.

Bei den Rodentiern ist die Sgl. im allgemeinen gut entwickelt, verhält sich aber bei verschiedenen Tieren nicht ganz gleichmäßig, so ist sie bei Maus und Ratte ziemlich mächtig, beim Meerschweinchen etwas geringer, bei Kaninchen nur mittelmäßig entwickelt. Die Anschwellungen sind überall deutlich vorhanden. Die L. R. ist meist schmal, saumförmig, dafür findet sich im Seitenstrang ein der L. R. ähnliches System. Das gilt wieder am meisten für Maus und Ratte, während das Meerschweinchen Übergänge der L. R. in den Hinter- und Seitenstrang aufweist, das Kaninchen dagegen eine L. R. zeigt, die jener der Affen ähnlich ist. Die Sgl. zeigt eine Tendenz zur Verschmelzung mit der der anderen Seite, doch keineswegs so wie z. B.

bei den Raubtieren. Meist handelt es sich um Einschaltung eines Zwischenstückes, das durch dorso-ventral ziehende Hinterwurzelfasern von der übrigen Sgl. getrennt ist.

Solche anscheinende Verschmelzungen finden sich vorwiegend im Brustmark, undeutlicher im Lumbalmark. Der Seitenstrang enthält in der Nachbarschaft der Sgl. locker gefügte Fasern, weshalb die Begrenzung der Sgl. eine unscharfe ist. Der Faserreichtum ist mäßig stark, das gleiche gilt wohl auch für den Zellreichtum, doch zeigen sich hier in den entsprechenden Höhen die Schichten gut entwickelt, desgleichen besteht eine ziemlich gute Differenzierung der verschiedenen Zelltypen.

Ungulata.

Equus caballus (Taf. I, Fig. 9; Taf. II, Fig. 7).

C. Cm., L. R. sehr lang, schmal, faserreich. Zonale Schichte ziemlich deutlich. Sgl. faserarm, medial scharf, lateral unscharf begrenzt. Markkern mächtig, einzipfelig.

Halsanschwellung. L. R. breiter, kürzer, faserreich, geht ventral in die lockeren Fasern des Seitenstranges über. Zonale Schicht ziemlich deutlich. Markkern mächtig entwickelt, zweizipfelig. Die kolbige Sgl. dorsaler gerückt, faserarm. Grenzen wie oben.

U. Cm., L. R. schmal, kürzer als oben, zonale Schicht mächtig entwickelt. Sgl. zweizipfelig, Markkern faserreich.

O. Bm., Sgl. spitzer wie oben, kürzer, mehr quer getroffene Faserbündel im Hinterhorn, sonst wie oben.

M. Bm. deutliche Clarkesche Säule, sonst unverändert.

U. Bm., L. R. faserreich, von Hinterwurzelfasern durchsetzt, geht in den Seiten- und Hinterstrang über. Zonale Schicht sehr deutlich. Sgl. spitzbogenförmig, nur medial von Hinterwurzelfasern durchsetzt. Markkern mächtig, einzipfelig.

O. Lm., L. R. etwas breiter, kürzer, faserreich. Zwischen L. R. und Sgl. eine Schicht quergetroffener Faserbündeln. Sgl. ziemlich faserreich, besonders medial von Fasern durchsetzt. Grenzen wie früher, Markkern mächtig entwickelt, zweizipfelig.

Lendenanschwellung. Die Sgl. ist medial stark ausgebuchtet. Im ganzen kolbig, ziemlich faserreich, ihr Markkern ist überaus mächtig, vierzipfelig.

O. Sm., L. R. wegen eines lateralen Hinterstrangfortsatzes schwer zu erkennen. Zonale Schicht deutlich. Sgl. in allen Teilen

von sehr vielen feinen Fasern durchsetzt, ist wie eine rhombische Platte und wird lateral und medial von längsgetroffenen Fasern umsäumt.

Conus. L. R. breit, kurz, faserreich. Zonale Schicht deutlich, enthält grobe Hinterwurzelfasern. Sie selbst ist herzförmig, der Markkern ist mächtig.

Capra hircus.

O. Cm., L. R. lang, schmal, spärliche Fasern. Sgl. sehr faserarm, medial scharf begrenzt, lateral unscharf begrenzt, Markkern deutlich einzipfelig, Übergang des Seitenstranges in die lockeren Fasern des L. R.

Halsanschwellung. L. R. lang, schmal, faserarm, Anschluß an die lockeren Fasern des Seitenstranges. Sgl. kolbig, Grenzen wie oben, medial von H. W.-Fasern durchsetzt, Markkern zweizipfelig.

U. Cm., L. R. breiter, kürzer, faserreich. Hinter- und Seitenstrang stoßen mit einem Fortsatz aneinander und engen das Gebiet der L. R. ein. Sgl. zeigt eine mediale Ausbuchtung. Sie ist kolbig, der Markkern dreizipfelig.

O. Bm., L. R. ziemlich breit, etwas länger, faserreich. Sgl. spitzbogenförmig. Grenzen wie früher. Die Sgl. enthält dorsal eingesprengt quergetroffene Faserbündeln. Zonale Schicht deutlich, Markkern zweizipfelig.

M. Bm., L. R. kürzer, breiter, faserreich. Sgl. wie oben, deutlicher Markkern.

U. Bm., L. R. sehr breit, aber kurz, faserreich. Sgl. sehr faserarm. Zonale Schicht deutlich. Markkern mächtig, zweizipfelig.

O. Lm., L. R. wie oben, zonale Schicht nicht deutlich. Sgl. zeigt zwei kolbige Fortsätze. Sie ist medial und lateral scharf begrenzt, ihr Markkern ist dreizipfelig, mächtig entwickelt.

Lendenanschwellung. Ähnlich wie O. Lm., nur daß die Kolben der Sgl. etwas größer sind. Die laterale Begrenzung der Sgl. ist zwar scharf, aber doch nicht so, wie die mediale. Der Markkern ist vierzipfelig, mächtig entwickelt.

O. Sm., L. R. sehr breit und sehr kurz, deutliche zonale Schicht. Sgl. sehr faserarm, medial stark ausgebuchtet, Markkern schwächer entwickelt, zweizipfelig. Der Seitenstrang zeigt locker gefügte Fasern, die sich eng an die L. R. anschließen.

Conus. Der Hinter- und Seitenstrang umrahmen die Sgl. und verdecken die L. R. Die Sgl. sieht aus wie eine querovale Windung mit nach hinten gerückter Basis. Sie enthält auch lateral längsgetroffene Fasern. Im Seitenstrang findet sich graue Substanz, der Sgl. ähnlich, ihr angelagert. Zwischen L. R. und Sgl. eine Schicht von längsgetroffenen Fasern.

Ovis aries.

O. Cm., L. R. ziemlich breit und kurz, der dorsale Teil faserärmer als der ventrale, allmählicher Übergang in den Seitenstrang. Sgl. ziemlich stark entwickelt, liegt sehr dorsal, medial und lateral fast gleich scharf begrenzt, zonale Schicht deutlich, Markkern dreizipfelig, gut entwickelt. Die Zellschichten sind gut entwickelt, ventral finden sich keine polygonalen, die spindeligen sind ebenfalls spärlich. In der mittleren Partie finden sich mehrere große spindelige Elemente, während dorsal die Verhältnisse ähnlich wie ventral sind.

Halsanschwellung. L. R. wie oben. Die Sgl. zeigt eine große Ausstülpung an der Basis. Sie enthält viele feine Fasern, wird aber medial von den groben H. W.-Fasern durchsetzt. Die Begrenzung ist scharf. Die Sgl. stark entwickelt, besitzt einen zweizipfeligen Markkern. Ventral finden sich meist rundliche Zellen, doch auch einzelne polygonale und spindelige. In der Mitte nimmt die Zahl der spindeligen Elemente zu, während sie dorsal wieder ein wenig abnimmt. Die Zellen sind im allgemeinen etwas größer als oben.

U. Cm. ähnlich wie Halsanschwellung, nur etwas kleiner.

O. Bm., L. R. kaum erkennbar, sonst wie oben. Ventral finden sich einzelne polygonale und spindelige Zellen, in der Mitte mehr spindelige, dorsal viele rundliche, weniger spindelige.

M. Bm. Hier ist die Sgl. schwächer entwickelt wie oben, enthält fast keine groben Bündel, nur feine Fasern. Die Zellverhältnisse sind den vordem geschilderten ähnlich, doch ist diese Höhe zellreicher.

U. Bm. Die Sgl. ist weit dorsaler gerückt, buchtet den Hinterstrang ein wenig ein, ist im ganzen mäßig entwickelt, in der medio-dorsalen Partie einzelne quergetroffene Bündel. Sie ist ventral zellreicher als dorsal und besitzt ventral keine

spindeligen Elemente. Letztere sind gut entwickelt, gehören zu den größeren Zellen und finden sich meist am Rande.

O. Lm., L. R. wegen Vereinigung des Seiten- und Hinterstranges schwer erkennbar. Zonale Schicht deutlich. Die Sgl. ist ventral gelagert, medial scharf, lateral unscharf begrenzt. Sie dringt mit einem breitkantigen Fortsatz in den Hinterstrang ein. Der Markkern ist einzipfelig, mächtig entwickelt, die Zellverhältnisse ähnlich der vorigen Höhe, nur daß auch medial und zentral größere Spindelzellen sind.

Lendenanschwellung. L. R. fast saumförmig, faserarm, geht in den Seitenstrang, der lockere Faseranordnung zeigt, über. Die zonale Schicht ist deutlich, die Sgl. stark in den Hinterstrang vorspringend, mächtig entwickelt, ist medial von vielen groben Bündeln durchsetzt, lateral unscharf begrenzt. Der Markkern zeigt drei Zipfel, ist mächtig entwickelt. Die polygonalen Zellen sind hier sowohl ventral, als auch in der mittleren Partien, während die spindeligen in der Mitte und auch dorsal sich finden.

O. Sm. Im wesentlichen sind die Verhältnisse den vorgeschilderten ähnlich. Nur hat der Hinterstrang dorso-ventral abgenommen und ermöglicht so die Übergänge der SSgl. ineinander und in die zentrale. Sgl. sehr zellreich, bedeutend mehr spindelige Elemente als in anderen Höhen, ventral viele polygonale Zellen.

Conus. L. R. saumförmig, die Sgl. gehen ineinander und in die Sgl. centralis über. Der Hinterstrang nimmt an dorsoventraler Ausdehnung gewaltig ab. Der Markkern ist sehr schwach entwickelt, die Sgl. ist zellärmer, insbesondere was die spindeligen Elemente anlangt.

Sus scrofa domesticus.

O. Cm., L. R. wegen Vereinigung der Hinter- und Seitenstränge schwer abgrenzbar, zumal letztere gegen die Sgl. locker gefügt sind. Deutliche zonale Schicht. Sgl. ziemlich faserreich, medial scharf, lateral unscharf begrenzt, in der medialen Partie grobe H. W.-Fasern enthaltend.

Halsanschwellung. L. R. ziemlich lang und schmal, faserreich, zonale Schicht sehr deutlich. Sgl. ventraler, kolbig, mit starker medialer Stufe, faserreich, zwischen ihr und L. R. einige

quergetroffene Faserbündel. Der Markkern deutlicher, als im O. Cm. und zweizipfelig.

U. Cm., Sgl. weniger faserreich als in der Anschwellung. Markkern weniger mächtig entwickelt. L. R. und Seitenstrang wie früher.

O. Bm., L. R. länger, schmal und faserreich. Zonale Schicht ziemlich deutlich. Sgl. medial scharf, lateral unscharf begrenzt, ventraler gerückt, ziemlich faserreich. Markkern etwas mächtiger, einzipfelig.

M. Bm., L. R. sehr lang, sehr schmal, streifenförmig, faserreich. Sgl. sehr ventral gerückt, beiderseits fast gleich scharf begrenzt, sie geht in die der anderen Seite über. Der schwach entwickelte Markkern läßt keinen Zipfel erkennen.

U. Bm., L. R. eine Spur kürzer. Sgl. wieder dorsaler gerückt, lateral weniger scharf begrenzt, faserärmer als im O. Bm. Übergang in die der anderen Seite vorhanden, Markkern undeutlich, Clarkesche Säule vorhanden.

O. Lm. ähnlich U. Bm., nur ist der Markkern etwas deutlicher und die Clarkesche Säule zwischen Sgl. centralis und Sgl. Rol. gelegen, gleichzeitig aber auch beide Sgl. Rol. voneinander trennend.

Lendenanschwellung. L. R. breiter, kürzer, faserreich. Zonale Schicht deutlich. Sgl. mächtig entwickelt, mit starker medialer Stufe, lateral unscharf begrenzt, ventral in der L. R. Gruppierung der Fasern zu Bündelchen, undeutlicher Markkern.

O. Sm., L. R. sehr breit, sehr kurz, faserreich, deutliche zonale Schicht. Sgl. sehr dorsal gerückt, faserarm, kolbig, mit Übergang in die Sgl. centralis und die der anderen Seite. Der Hinterstrang verkürzt, im Seitenstrang lockere Faseranordnung, Markkern undeutlich.

Conus. Hinter- und Seitenstrang sind vereinigt. Letzterer zeigt lockere Faseranordnung, weshalb L. R. nicht zu erkennen ist. Zonale Schicht ziemlich deutlich. Sgl. kolbig, faserreich, Übergang in die Sgl. centralis und in die Sgl. der anderen Seite. Markkern schwach entwickelt.

Antilope (Taf. I, Fig. 5; Taf. II, Fig. 8).

O. Cm., L. R. sehr schmal, lang, faserreich, zonale Schicht ziemlich deutlich. Sgl. medial und lateral gleich scharf begrenzt, faserarm. Markkern deutlich einzipfelig.

Halsanschwellung. L. R. breit, kurz, faserreich, mit Übergang in den Seitenstrang. Zonale Schicht deutlich. Sgl. zeigt medial eine starke Stufe; in allen Teilen, besonders aber medial von H. W.-Fasern durchsetzt, faserreich, lateral weniger scharf begrenzt, zonale Schicht deutlich.

U. Cm. wegen Zusammenstoßen von Hinter- und Seitenstrang L. R. schwer erkennbar. Sgl. wieder faserärmer und medial und lateral gleich scharf begrenzt. Der gut entwickelte Markkern ist deutlich zweizipfelig.

O. Bm. ähnlich wie U. Cm., nur ist die Sgl. etwas mehr medial ausgebuchtet.

M. Bm., L. R. wegen Vereinigung von Hinter- und Seitenstrang schwer erkennbar. Sgl. mehr spitzbogenförmig, ziemlich faserreich, die Clarkesche Säule sehr ventral gelegen. Markkern nur einzipfelig.

U. Bm., Sgl. etwas faserreicher als im M. Bm.

O. Lm., L. R. und zonale Schicht wie oben. Die Sgl. ist mehr medial ausgebuchtet, ziemlich faserreich, beiderseits gleich scharf begrenzt. Der Markkern zweizipfelig, mächtig entwickelt. Die Clarkesche Säule dorsaler gelagert, buchtet den Hinterstrang ein.

Lendenanschwellung. Die Sgl. ist überaus mächtig, ist von vielen groben Faserbündeln der H. W. durchsetzt. Beiderseits fast gleich scharf begrenzt, der Markkern ist vierzipfelig und sehr mächtig.

O. Sm. Die Sgl. ist faserreich, zeigt zwei kolbige Fortsätze und geht anscheinend in die Sgl. der anderen Seite und die zentrale über. Der Markkern ist nur zweizipfelig, aber mächtig entwickelt.

Conus. Die Verkürzung des Hinterstranges bewirkt, daß dieser die Sgl. dorsal begrenzt, die laterale Grenze ist etwas weniger scharf. Der Markkern ist mächtig. Verschmelzung wie oben.

Bos taurus juvenilis.

O. Cm., L. R. bildet nur eine schmale Zone von wenigen Fasern, da die Seitenstrangbündel vorgelagert sind. Die Sgl. ist nur medial scharf begrenzt, ziemlich faserreich, besitzt eine deutliche zonale Schicht. Sie enthält ventral einzelne große spindelige und einzelne polygonale Zellen. In der Mitte ziemlich viele kleine

spindelige Elemente. Das gleiche auch dorsal. Der Markkern ist ziemlich mächtig entwickelt und einzipfelig.

Halsanschwellung. Wegen Vereinigung von Hinter- und Seitenstrang ist die L. R. kaum zu erkennen. Die zonale Schicht ist deutlich, die Sgl. infolge starker Faserentwicklung ziemlich eingeengt und beiderseits gleich scharf begrenzt. Sie ist zellreich. Der Markkern ist sehr mächtig entwickelt, einzipfelig.

U. Cm. Sgl. etwas zellärmer und faserärmer; dabei ventraler gerückt. Der Markkern zeigt Andeutung von 2 Zipfeln.

O. Bm. Die Sgl. ist ventraler gerückt, zellreicher wie im U. Cm. und es finden sich in allen Schichten spindelige und auch polygonale Zellen.

M. Bm. Der Spitze der Sgl. sind einzelne Bündel quergetroffener Fasern vorgelagert, an die sich ein schmaler Streifen locker gefügter Fasern anschließt. Letztere reichen bis an die Peripherie. Die Sgl., die ventraler gerückt ist, äußerst faserreich, beiderseits scharf begrenzt, zeigt den gleichen Zellgehalt wie früher. Der Markkern ist gut entwickelt.

U. Bm., L. R. ziemlich kurz, schmal, geht in die lockeren Bündel des Seitenstranges über. Die zonale Schicht ist ziemlich deutlich. Die Sgl. hat eine mediale, in den Hinterstrang vorspringende Stufe, ist faserreich und zellreicher als in den höheren Ebenen.

O. Lm., L. R. kurz, etwas breiter, geht in den Seitenstrang über. Zonale Schicht deutlich, zwischen ihr und L. R. vorgelagerte Hinter- und Seitenstrangbündel. Die Sgl. wie früher. Die Zellen gehören meist dem spindeligen Typus an, doch finden sich ventral auch einzelne große polygonale. Der Markkern ist mächtig.

Lendenanschwellung. Zonale Schicht deutlich, die Sgl. ist faserreich, beiderseits scharf begrenzt, medial eine leichte Ausbuchtung, ist ebenso ventral gelagert als in den vorigen Schnitten. Die Zellen sind gut geschichtet, sehr reichlich, gehören allen Typen an, doch finden sich die spindeligen Elemente meist intermediär und dorsal. Der Markkern zeigt eine Andeutung von zwei Zipfeln.

O. Sm., L. R breit, fast saumförmig, geht in die hier sehr locker gewordene Fasermasse des Seitenstranges über. Die mächtige Sgl. vereinigt sich mit der der anderen Seite und der Sgl. cenralis. Der Markkern ist zweizipfelig. Die Zellen wie früher, doch finden sich hier besonders auch polygonale.

Conus. L. R. noch breiter, zeigt eine sehr lockere Faseranordnung. Die Sgl. noch faserreicher, sie zeigt ein Zwischenstück, das sie mit der der anderen Seite vereinigt, sie ist etwas zellärmer, zeigt aber viele polygonale Elemente.

Potamochoerus, Flußschwein.

O. Cm., L. R. zeigt einige vorgelagerte Seitenstrangbündel. Die zonale Schicht ist deutlich. Die Sgl. ist faserreich, medial von groben H. W.-Fasern durchsetzt, lateral gut begrenzt. Der Markkern ist mächtig entwickelt, einzipfelig. Die Sgl. ist nicht auffallend zellreich. Es finden sich vorwiegend rundliche, dunkel gefärbte Elemente, ventral fehlen die größeren Zellen überhaupt, polygonale desgleichen. In der Mitte finden sich mehr spindelige Elemente, während dorsal wieder weniger derselben vorhanden sind.

Halsanschwellung. L. R. wie oben. Sgl. etwas größer, faserreich, zeigt auch mehr quergetroffene Faserbündel, die der L. R. vorgelagert sind. Markkern etwas schwächer entwickelt. Ventral zeigen sich einige polygonale und große spindelige Zellen. In der Mitte mehr spindelige, wenig größere rundliche. Dorsal nehmen die spindeligen Elemente wieder an Zahl ab und es finden sich hier die dunklen rundlichen Elemente, die auch in den anderen Zonen die Hauptmasse ausmachen.

U. Cm., L. R. besitzt eine Reihe von vorgelagerter Bündel, die sowohl dem Seitenstrang als dem Hinterstrang angehören. Die Sgl. zeigt eine mediale Stufe, der Markkern eine Andeutung von zwei Zipfeln.

Die Sgl. ist etwas zellreicher, die Schichtbildung dagegen etwas verschwommen.

O. Bm. Die Sgl. hat etwas abgenommen, der Markkern ist nur einzipfelig, die Zellen sind vielfach spindelig, doch finden sich ventral auch polygonale.

M. Bm. wie oben, nur die Clarkesche Säule ist deutlicher geworden. Auch die Zellverhältnisse sind denen von oben ziemlich gleich.

U. Bm., L. R. wie früher mit vorgelagerten Seitenstrangbündeln; die Sgl. ist mäßig spitzbogenförmig und zeigt eine kleine scharfe Stufe in den Hinterstrang. Sie ist faserreicher, ihr Markkern zeigt eine Andeutung von zwei Zipfeln. Dafür ist

sie zellärmer, insbesondere treten die spindeligen Elemente zurück. Ventral finden sich einzelne polygonale.

O. Lm. Die Sgl. ist etwas größer, zeigt eine mediale Stufe in den Hinterstrang. Vereinzelte Seitenstrangbündel der L. R. vorgelagert. Die Zellen lassen ventral einige polygonale und spindelige erkennen. In der Mitte und dorsal nur kleine spindelige Elemente, hauptsächlich aber birnförmige.

Lendenanschwellung. L. R. ziemlich breit, die zonale Schicht deutlich. Die Sgl. sehr faserarm, besonders medial, der Übergang der Sgl. ist durch einen ventralen Fortsatz der medialen Partie angedeutet. Hier finden sich spindelige Elemente nur ventral und intermediär, während dorsal birnförmige Zellen vorherrschen.

O. Sm., L. R. kürzer, breiter, Sgl. sehr faserreich, zeigt schöne Übergänge auch in der Sgl. centralis. Hier erst ist die laterale Begrenzung etwas weniger scharf, der Markkern ist einzipfelig, das Zellbild verhält sich gegen die anderen Segmente verschieden. Es finden sich viele dunkle, kleine, rundliche Elemente, ferner birnförmige und größere blasse rundliche. Ventral und intermediär auch ziemlich viel polygonale Zellen, während dorsal die spindeligen Elemente vorherrschen.

Conus. L. R. noch kürzer, Sgl. größer als im O. Sm. mit deutlichen Übergängen, sonst wie oben.

Zusammenfassung.

Bei den Artiodactylen ist die Sgl. überaus mächtig entwickelt. Diese mächtige Entwicklung hindert nicht, daß die Anschwellungen deutlich hervortreten. Sie hat zur Folge, daß die Sgl. sich fast zu Windungen entwickelt, die um die mächtigen Markkernzipfel herumgelagert erscheinen (Biach). Die L. R. ist allenthalben deutlich entwickelt, man kann auch erkennen, daß dieselbe bei den Anschwellungen an Größe gewinnt. Sie ist aber keineswegs entsprechend der Größe der Sgl. entwickelt. Ein besonderes Charakteristikum gewinnt die L. R. dadurch, daß quergetroffene Bündel des Hinter- und Seitenstranges sich zwischen Sgl. und L. R. einschieben. Die Seitenstrangbegrenzung ist bei den verschiedenen Tieren nicht ganz gleichmäßig, meist jedoch unscharf wegen der lockeren Fügung der Seitenstrangfasern. Eine Verschmelzung der SSgl. ist nicht bei allen Tieren vor-

handen, sie findet sich nur in den unteren Partien, bei der Antilope, dem Schaf und dem Schwein. Und auch hier sind trennende dorso-ventral verlaufende H. W.-Fasern vorhanden. Der Faserreichtum der Sgl. ist überaus mächtig, es finden sich nicht nur feine durchziehende, sondern auch feine netzförmige Fasern. Auch der Zellreichtum ist beträchtlich und zwar betrifft er insbesondere die differenzierten Zellen.

Das gleiche, was für die Artiodactyla gilt, gilt auch für die Perissodactyla (Pferd). Der mächtigen Sgl. entspricht eine gut entwickelte L. R. Ferner ist die Verschmelzung der Sgl. deutlich, die Seitenstrangbegrenzung teilweise unscharf.

Pinnipedia.

Phoca vitulina (Taf. I, Fig. 4; Taf. II, Fig. 5).

O. Cm., L. R. nicht erkennbar, vielleicht eine Andeutung in lockerer Fügung von Hinter- und Seitenstrangfasern. Zonale Schicht deutlich. Die Sgl. ist mäßig spitzbogenförmig, medial und lateral fast gleich scharf begrenzt und gleichmäßig von Fasern durchsetzt. Der Markkern ist mächtig, Hinter- und Seitenstrang stoßen dorsal zusammen.

Halsanschwellung. Das Gebiet der L. R. zerfällt in eine schmale periphere Zone aus lockeren Fasern und eine breitere ventrale, in der einige gröbere Faserbündel liegen. Letztere scheinen der Tinktion nach dem Hinterstrang anzugehören. Sgl. medial etwas mehr ausgebuchtet als im O. Cm. Medial scharf, lateral weniger scharf begrenzt. In allen Partien, besonders aber medial von Fasern durchsetzt. Markkern mächtig entwickelt.

O. Bm., L. R. wie früher, zonale Schicht deutlich. Sgl. ventraler gerückt, Clarkesche Säule mehr ventral gelegen, Markkern mächtig entwickelt, einzipfelig.

M. Bm. Die Stelle, wo Hinter- und Seitenstrang zusammenstoßen, ist durch eine schmale aber lange Schicht von lockeren Fasern getrennt. Die Sgl. beider Seiten und die Sgl. centralis gehen ineinander über.

U. Bm., L. R. etwas deutlicher. Sgl. etwas dorsaler gerückt, Markkern mächtig entwickelt, einzipfelig.

O. Lm., L. R. kaum erkennbar, weil die Sgl. hart an den Rand stößt. Zonale Schicht deutlich. Die Sgl. ist lateral unscharf

begrenzt, faserreich. Die Clarkesche Säule liegt dorsaler, der Markkern ist mächtig entwickelt.

Lendenanschwellung. (?) L. R. nicht deutlich erkennbar, ähnlich dem Halsmark. Die Sgl. ist ventraler gerückt, spitzbogenförmig.

O. Sm. L. R. wie oben; zonale Schicht deutlich. Sgl. faserreich medial scharf, lateral unscharf begrenzt. Mächtiger Markkern.

Conus. Als L. R. nur ein schmaler Saum dorsal an der L. R. zu bezeichnen. Diese selbst groß, kolbig, wird zur ventralen Begrenzung des Hinterstranges, faserarm, peripher gerückt. Undeutlicher Markkern.

Zusammenfassung.

Bei den Pinnipediern ist die Sgl. im allgemeinen ziemlich mäßig entwickelt, läßt jedoch deutlich ein Anwachsen in den Anschwellungen erkennen. Zum Unterschiede von der Mehrzahl der höher stehenden Tiere finden wir hier eine ziemlich scharfe Begrenzung sowohl an der medialen als auch an der lateralen Seite. Das Brustmark zeigt einen Übergang der beiden Sgl. ineinander und zwar finden sich dieser in der Mitte des Brustmarks. Die L. R. ist nicht schlecht entwickelt, zeigt aber eine noch stärker ausgesprochene Zweiteilung als die vorgeschilderten Gruppen. Ventral finden sich nämlich einige gröbere Bündel des Hinterstranges und Seitenstranges vorgelagert, während dorsal die feinen Fasern, welche die L. R. charakterisieren, vorhanden sind. Letztere ist jedoch schmäler als erstere. Der Faserreichtum ist ziemlich beträchtlich und gilt auch für den Markkern. Über den Zellreichtum ist nichts Besonderes auszusagen.

Natantia, Delphinide.

Delphinus tursio (Taf. II, Fig. 1 u. 10).

O. Cm. Die Gegend der L. R. tritt hier nicht durch die dünnen Fasern, die anscheinend fehlen, hervor. Hinter- und Seitenstrang stoßen direkt aneinander. Die Sgl. zerfällt in einzelne inselförmige Stücke, da insbesondere lateral zahlreiche Bündel quergetroffener Fasern ihr Areal einnehmen. Die zonale Schicht ist undeutlich. Auffallend ist das starke Überwiegen der ventralen Rückenmarkshälfte über die dorsale.

Halsanschwellung. L. R. nicht erkennbar, da Hinter- und Seitenstrang zusammenstoßen. Die Sgl. ähnlich wie im O. Cm., nur daß sie vielleicht noch kleiner ist. Sie bildet medial eine annähernd kontinuierliche Masse, lateral dagegen ist sie zerklüftet. Zonale Schicht ist undeutlich. Markkern desgleichen.

U. Cm., L. R. gut abgegrenzt, schmal, lang, von H. W.-Bündeln durchsetzt. Zonale Schicht ziemlich deutlich. Sgl. äußerst spärlich, entsprechend der geringen Hinterstrangsentwicklung. Ein Übergang der Sgl. in die der anderen Seite und in die zentrale ist ersichtlich.

O. Bm., L. R. lang, schmal, ventral ein wenig breiter. Zonale Schicht undeutlich. Sgl. sehr klein, ganz spitzbogenförmig, enthält quer- und längsgetroffene Fasern und Faserbündel. Lateral unscharf begrenzt, Übergänge der Sgl. vorhanden. Markkern deutlich einzipfelig.

M. Bm., L. R. lang, schmal, reicht bis zum ventralen Drittel des Hinterstranges. Zonale Schicht undeutlich, sonst wie oben.

U. Bm., L. R. ein wenig kürzer, zonale Schicht deutlich, die Sgl. ein wenig dorsaler gerückt, Clarkesche Säule deutlich.

O. Lm., L. R. ein wenig kürzer und schmal, faserreich. Deutliche zonale Schicht. Sgl. nur medial scharf begrenzt, sehr faserreich, deutliche Clarkesche Säule, kein Übergang der Sgl. ineinander. Markkern einzipfelig.

Lendenanschwellung. L. R. breiter und kürzer, faserreich, zonale Schicht deutlich, Sgl. zeigt wieder Übergänge auch in die zentrale Sgl., der Hinterstrang ist wesentlich kürzer, dafür aber breiter als bei anderen Tieren.

O. Sm., L. R. sehr breit, sehr kurz, faserreich. Zonale Schicht deutlich. Sgl. medial scharf begrenzt, trotzdem durch Fasern und Faserbündel stark zerklüftet. Der Hinterstrang ist wiederum kleiner. Der Seitenstrang zeigt sehr lockere Faseranordnung. Der Übergang von den Sgl. ineinander sehr deutlich. Markkern schwer erkennbar.

Conus. L. R. saumförmig, zonale Schicht deutlich. Sgl. auffallend groß, wie zwei kolbige Gebilde nebeneinander liegend, beiderseits unscharf begrenzt, faserarm, der Markkern mächtig entwickelt, dreizipfelig, enthält keine Faserbündel, sondern nur reichlich isolierte Fasern.

Zusammenfassung.

Bei den Delphiniden fällt die auffallend geringe Entwicklung der Sgl. besonders ins Auge. Allerdings kann man dieses nur für den Delphin annehmen, da die wenigen Schnitte, die von Phocaena zur Verfügung standen, ein Urteil nicht zulassen. Demgemäß treten auch die Anschwellungen kaum hervor. Die Grenzen sind unscharf, die ganze Substanz überaus zerklüftet. Am stärksten entwickelt ist sie eigentlich nur im Sacralmark. Dabei ist der Übergang in allen Segmenten bis auf den Conus terminalis besonders deutlich zu erkennen wegen der besonderen Kürze der Hinterstränge. Entsprechend der geschilderten minimalen Entwicklung der Sgl. ist auch die L. R. kaum erkennbar. Im allgemeinen ist die Sgl. dort, wo sie eine geringe Entwicklung erfahren hat, sehr faserreich, dort wo sie stärker entwickelt ist, wie im Conus terminalis, tritt der Faserreichtum zurück. Besonders mächtig ist wohl in allen Teilen der Markkern entwickelt. Über die Zellen ist nichts Besonderes auszusagen.

Edentata.

Dasypus septemcinctus (Taf. I, Fig. 8; Taf. II, Fig. 11).

O. Cm., L. R. sehr faserarm. Übergang in die lockeren Fasern des Seitenstranges. Einige quergetroffene Bündel des Hinterstranges sind ihm vorgelagert. Zonale Schicht ziemlich deutlich, die Sgl. ist kolbig, groß, nur medial, wo sie von H. W.-Fasern durchsetzt ist, scharf begrenzt. Die Sgl. zeigt medial eine Fortsetzung ventralwärts, welche die Mittellinie nicht erreicht. Markkern nicht deutlich erkennbar.

Halsanschwellung. L. R. etwas länger, Sgl. medial mehr H. W.-Fasern enthaltend, sonst wie oben.

U. Cm., L. R. noch breiter als oben, ventral faserreicher als dorsal. Der Seitenstrang ist medial sehr aufgelockert, zonale Schicht deutlich. Sgl. wie in der Anschwellung, Markkern nicht sichtbar.

O. Bm. wie O. Cm.

M. Bm., L. R. faserarm, ziemlich gut abgrenzbar, nur ventral zeigen sich Übergänge in den Seitenstrang und Hinterstrang. Die zonale Schicht ist deutlich, die Sgl. ist kleiner, kolbig, medial scharf begrenzt, von ziemlich vielen H. W.-Fasern durchsetzt, lateral unscharf.

U. Bm., L. R. schwer abgrenzbar. Sgl. etwas größer als oben, kolbig.

O. Lm. keine wesentliche Änderung, nur die Clarkesche Säule deutlich an der Basis des Hinterhorns.

Lendenanschwellung. L. R. zeigt wieder Übergänge in den Seitenstrang, die zonale Schicht ist deutlich, die Sgl. groß, kolbig, mit medialer Stufe, lateral unscharf begrenzt.

O. Sm. Die Sgl. gehen ineinander über und zeigen nur in der medialen Linie eine Scheidung durch längsverlaufende H. W.-Fasern. Die Faseranordnung im Seitenstrang lockerer als oben. Markkern undeutlich.

Conus. L. R. faserarm, kurz, breit mit Übergang in den Seitenstrang, zonale Schicht deutlich, Hinterstrang auffallend kurz, Sgl. kolbig mit Übergang in die Sgl. der anderen Seite und die Sgl. centralis.

Zusammenfassung.

Beim Dasypus ist die Sgl. mittelstark entwickelt und läßt die Anschwellungen deutlich erkennen. Sie ist ziemlich unscharf begrenzt, zeigt nur im Sacralmark Übergänge, während sonst ein ziemlich weit ventralwärts reichender Zapfen vorhanden ist. Die L. R. ist meist saumförmig und geht dorsal in die angrenzenden Hinterstränge über. Der Faserreichtum ist nicht besonders mächtig.

Marsupialia.

Phascolarctus cinereus (Taf. II, Fig. 12).

O. Cm., L. R. ziemlich schmal, kurz und faserreich. Sgl. medial scharf begrenzt, lateral unscharf begrenzt, weil der Seitenstrang vollkommen zerklüftet ist. Seine Fasern sind in Bündeln der L. R. vorgelagert. Die Sgl. enthält feine Fasern. Der Markkern ist mächtig entwickelt und zeigt eine Andeutung von zwei Zipfeln.

Halsanschwellung. L. R. ziemlich schmal, lang, faserarm. Sgl. faserarm. Lateral unscharf begrenzt. Übergang der Sgl. in die Sgl. centralis deutlich. Markkern gut entwickelt.

U. Cm., L. R. ziemlich breit, lang, faserarm. Sgl. zeigt neben Übergang in die zentrale Sgl. Andeutung eines solchen zur anderen Seite.

O. Bm., L. R. sehr schmal, lang, faserreich, ventral etwas breiter, zonale Schicht ziemlich deutlich. Die Sgl. ist ventraler gerückt und berührt sich mit der der anderen Seite, wobei ein Zwischenstück durch die durchziehenden H. W.-Fasern abgeschnürt erscheint. Markkern mächtig entwickelt, einzipfelig.

M. Bm., L. R. streifenförmig, die Sgl. äußerst faserarm, das sie trennende Septum fehlt, knapp vor ihnen finden sich die Clarkeschen Säulen, die an den Zentralkanal gerückt sind. Die Begrenzung der Sgl. ist nur medial scharf. Der mächtige Markkern ist einzipfelig.

U. Bm., L. R. schmal, etwas kürzer, Seitenstrangbündel zwischen Sgl. und L. R. Der Übergang der Sgl. ist nicht mehr so deutlich als vordem, weil die Clarkeschen Säulen dorsaler gerückt sind. Markkern einzipfelig.

O. Lm. ähnliche Verhältnisse wie im Cm. Die Sgl. ist medial von H. W.-Fasern durchsetzt, faserarm. Markkern mächtig entwickelt, zweizipfelig.

Lendenanschwellung. L. R. breit, kurz, faserreich, deutliche zonale Schicht. Sgl. kolbig, dorsal leichte Einbuchtung, von feinen Fasern durchsetzt, Grenzen wie früher. Zwischen L. R. und Sgl. einige quergetroffene Bündel.

O. Sm., L. R. breit, kurz, faserreich, zonale Schicht deutlich. Sgl. wie eine Windung, faserreich, medial scharf begrenzt, von vielen H. W.-Fasern durchsetzt, lateral unscharf begrenzt. Anscheinender Übergang in die der anderen Seite. Lateraler Fortsatz des Hinterstranges. Mächtiger Markkern mit Andeutung von drei Zipfeln.

Conus. L. R. breit, kurz, faserarm. Seitenstrang ähnlich dem O. Cm. Die Hinterstränge sind in einen dorsalen Saum umgewandelt, sie begrenzen dorsal die mediale Seite der Sgl., welche breit mit der der anderen Seite verschmilzt. Die Sgl. enthält viele feine Fasern. Sie geht auch in die zentrale Sgl. über. Der Markkern ist mächtig entwickelt, einzipfelig.

Zusammenfassung.

Beim Phascolarctus ist die Sgl. ähnlich stark entwickelt wie beim Dasypus. Auch finden sich hier die Anschwellungen ganz deutlich. Ferner ist auch hier ein Übergang vorhanden, doch nicht nur im Conus terminalis, sondern auch im oberen

Brustmark. Zum Unterschiede vom Dasypus ist auch die L. R. sehr gut entwickelt. Dagegen ist der Faserreichtum der Sgl. ein geringer.

Überblickt man nun all diese Befunde, so ergibt sich, daß die Sgl. Rolandoi allen untersuchten Tierklassen zukommt, entgegen der Anschauung von Rawitz, der sie bei Phocaena vermißte, und es zeigt sich ferner, daß sie gewisse gemeinsame Charakteristica besitzt. Solche sind: 1. Das Anwachsen der Sgl. in den Anschwellungen und 2. deren Zunahme in den kaudalsten Partien des Rückenmarks im Sacralmark und Conus terminalis. Eine weitere Eigentümlichkeit der Sgl. ist, daß ihr Bau bei allen Säugetieren eine Uniformität besitzt, wie sie kaum einem zweiten, immerhin kompliziert gebauten Organteil zukommen dürfte. Das gilt auch für die hier fehlenden, jedoch von anderen Autoren untersuchten Tierklassen, z. B. dem Gorilla, der sich nach Waldeyers Untersuchungen sehr dem Menschen nähert, während der Elefant nach Dexlers Bericht den Verhältnissen der Ungulaten zu entsprechen scheint. Die Untersuchungen Hatscheks (Hund und Seehund), Poppers (Phascolarctus), Kotzenbergs (Igel) wurden im vorgehenden ergänzt und bestätigt und weichen in keiner Weise von dem Gesagten ab. Das einzige Differenzierende liegt vielleicht in den verschiedenen Mengenverhältnissen der einzelnen Zellformen, doch ist es unmöglich, hier irgendeine Gesetzmäßigkeit zu erschließen. Ein weiterer Unterschied mag etwa auch darin gelegen sein, daß die Sgl. Übergänge zeigt in die Sgl. der anderen Seite und in die Sgl. centralis. Diese bei den verschiedenen Tierklassen nachweisbaren Übergänge dürften offenbar in der von Corning erbrachten, von v. Lenhossek u. a. akzeptierten Tatsache begründet sein, daß embryologisch ein Zusammenhang der beiden Sgl. besteht, der zentralen und der Rolandischen, so zwar, daß letztere aus der gleichen Anlage wie erstere entsteht. Diese ontogenetische Tatsache läßt sich phylogenetisch erhärten, ohne daß man jedoch in den verschieden hochentwickelten Tierklassen bestimmte gleichartige Verhältnisse findet. Denn es treten dabei noch eine Reihe anderer Momente hervor, die diese Übergänge zu beeinflussen imstande sind. Zunächst die Massenentfaltung der Sgl. Rolandi selbst, dann das Zurücktreten der Hinterstränge, hauptsächlichst

deren Verkürzung in der dorso-ventralen Richtung, ferner die Ausbildung der hinteren Commissurensysteme und nicht zuletzt die Lage der Clarkeschen Säule.

Man könnte mit Rücksicht auf das Gesagte demnach die Sgl. centralis und die Sgl. Rolandi als etwas mehr Selbständiges hervorheben und dem übrigen Grau zur Seite stellen. Untenstehende schematische Zeichnung wird das am besten versinnbildlichen und zugleich zeigen, wie die verschiedenen Modifikationen zustande kommen können (Fig. 2).

Daß beim Zustandekommen der verschiedenen Lageverhältnisse, insbesondere jener der L. R., die sich bald im Apex,

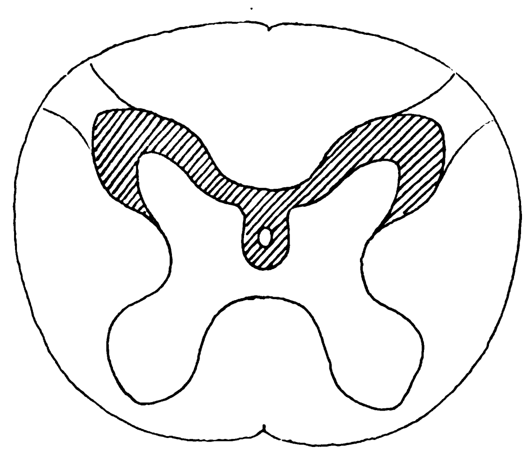


Fig. 2. Die schraffierten Gebiete sind gelatinose Substanz.

bald im Seitenstrang findet, mechanische Ursachen eine große Rolle spielen, dafür spricht ein Blick auf die Ausbildung der Sgl. z. B. bei den Vespertilionen. Hier ist die gelatinöse Substanz so mächtig entwickelt, daß sie fast die Peripherie erreicht und so die L. R. zwingt, nach der Seite oder medialwärts auszuweichen. Es ist das wie ein aktiver Vorgang, der sich überall dort wiederholt, wo die Größenzunahme der Sgl. allen Platz im Hinterhorn beansprucht. Ferner ist es immerhin bemerkenswert, daß die L. R. in den Anschwellungen eine entsprechende Zunahme erkennen läßt, die sich aber keineswegs auch im Conus terminalis trotz der großen Sgl. bemerkbar macht und auch sonst nicht der Massenentfaltung der Sgl. parallel geht.

Bezüglich des Faserreichtums der Sgl. läßt sich eine bestimmte Gesetzmäßigkeit kaum erschließen. Es bewegt sich der Fasergehalt auf einer gewissen mittleren Linie, die nur bei den Ungulaten verlassen erscheint, wo der Faserreichtum besonders hervortritt. Dies gilt natürlich nur für den Markfasergehalt, denn bezüglich der marklosen Fasern dürften kaum wesentliche Differenzen bestehen. Nur für den Conus terminalis gilt im allgemeinen, daß er relativ wenig Markfasern enthält.

Wenn man die Befunde an der Sgl. bei den verschiedenen Säugetierklassen miteinander zu vergleichen sucht, so wird man dabei auf Schwierigkeiten stoßen, sobald man nur Querschnitt neben Querschnitt stellt.

Man mußte deshalb, um aus der Betrachtung so verschiedener Serien ein Gemeinsames herauszuholen, eine Methode finden, die ein solches auf leichte und übersichtliche Weise gestattet. Eine derartige Methode ist die der Darstellung der Masse der Sgl. im Querschnitt und der Vergleich dieser Masse mit jener des Gesamtflächeninhaltes und ferner des Flächeninhaltes der ganzen grauen Substanz, sowie der des Hinterhorns.

Zu diesem Zwecke wurden die Querschnitte mit Hilfe des Edingerschen Zeichenapparates auf Millimeterpapier übertragen und dann der Inhalt der Sgl., ferner jener der grauen Substanz und schließlich jener des Hinterhorns und jener des Gesamtquerschnittes ausgezählt. Die erhaltenen Zahlen vom Gesamtquerschnitt, vom Hinterhorn und vom ganzen Grau wurden nun auf eins reduziert und darauf die der Sgl. resp. des Grau bezogen; die erhaltenen Resultate wurden dann kurvometrisch dargestellt. Man bekommt auf diese Weise 1. Das Verhalten der Sgl. zum Gesamtquerschnitt (Curve I, II, III). 2. Das Verhalten der grauen Substanz zum Gesamtquerschnitt (Curve IV, V, VI). 3. Verhalten der Sgl. zum Hinterhorn (Curve IV_a, V_a, VI_a.) 4. Das Verhalten der Sgl. zur grauen Substanz (Curve VII, VII_a, VII_b). Aus diesen drei Kurven folgen nun eine Reihe von Tatsachen, welche eine Vergleichung des Gesamtmaterials auf leichte Weise ermöglichen. Es ist dabei auch noch das subjektive Moment so viel als möglich ausgeschaltet, denn die Fehlerquellen, welche sich bei den einzelnen Messungen zweifelsohne ergeben müssen, gelten ja für alle Tierklassen in gleicher Weise.

Es ist nun interessant zu sehen, daß bei allen Tierklassen der Querschnitt der Sgl. vom Cervikal- zum Sacralmark eine Kurve darstellt, die zunächst absinkt, bis sie im Dorsalmark einen gewissen Tiefstand erreicht hat, um dann wieder aufzusteigen, insbesondere in den kaudalsten Partien des Rückenmarks, wo sie im Conus terminalis plötzlich emporschnellt. Selbstverständlich haben wir es nicht mit einer einfachen ununterbrochenen, gleichmäßig an- und absteigenden Kurve zu tun, sondern es finden sich gewisse Abweichungen, insbesondere im Cervikalmark bei der Anschwellung, aber auch im Dorsalmark (Ratte). Doch ist dieses letztere Verhalten ein ganz exzeptionelles. Wenn man nun die Tiere in eine Reihe stellt nach dem Verhältnis der Sgl. zum ganzen Grau, so ergibt sich, daß dieses Verhältnis in der Kurve am höchsten ist beim Meerschweinchen, worauf dann Ratte, Igel, Gürteltier, Phascolarctus, Pteropus, Maulwurf, Antilope, Cynocephalus, Simia, Lemur, Macacus, Mustela, Equus, Capra, Ovis, Bos, Felis dom., Panther, Mensch, Hund, Schwein, Flußschwein, Seehund und Delphin folgen.

Demzufolge zeigen sich zwei Momente: erstens der Umstand, daß Tiere mit anscheinend überaus mächtig entwickelter Sgl., wie die Artiodactylen, relativ zum ganzen Grau genommen, weit hinter dem Igel und der Ratte rangieren, daß ferner in einer Tierklasse große Differenzen bestehen können, wie z. B. beim Igel und Maulwurf oder Ratte und Kaninchen, Marder und Hund. Es läßt sich demnach keine Reihe in bezug auf die Tierklassen bilden, soweit die Entwicklung der Sgl. in Frage kommt.

Was das Verhalten dieser letzteren zum Gesamtquerschnitt anlangt, so ist ein ähnliches Resultat wie bei dem Verhalten zum Grau ersichtlich, insbesondere ergibt sich wiederum das mächtige Anwachsen der Sgl. in den kaudalen Partien des Lumbo-Sacralmarks. Die Reihe, welche sich hier aufstellen läßt, beginnt wiederum mit der Ratte und dem Igel, worauf dann Pteropus, Dasypus, Cavia, Maulwurf, Phascolarctus, Capra, Lemur, Simia, Macacus, Cynocephalus, Mustela, Sus, Canis, Felis dom., Ovis, Antilope, Mensch, Panther, Pferd, Kalb, Flußschwein, Seehund, Delphin folgen. Hier wie beim Verhalten der Sgl. zum ganzen Grau zeigt sich das Zunehmen der Sgl. in den kaudalen Partien am raschesten und höchsten bei den Affen. Nimmt man nun

noch dazu das Verhalten der grauen Substanz zum Gesamtquerschnitte, so ist die Reihe, die sich jetzt bilden läßt, eine etwas andere als früher. So haben wir an der Spitze wiederum den Igel, dann den Pteropus, die Ratte, die Talpa, Dasypus, worauf Lemur, Simia, Mustela, Canis, Cynocephalus Cavia, Felis dom., Sus, Macacus, Phascolarctus, Capra, Homo, Felis pard., Phoca, Ovis, Potamochoerus, Antilope, Bos, Delphin, Equus folgen. Schließlich ergibt das Verhalten der Sgl. zum Hinterhorn folgende Reihe: Mus rattus, Cavia, Dasypus, Pteropus, Phascolarctus, Erinaceus, Talpa, Sus, Lemur, Mustela, Capra, Antilope, Felis pardus, Macacus, Cynocephalus, Equus, Bos, Simia, Homo, Felis dom., Ovis, Canis, Potamochoerus, Delphin, Phoca.

Aus allen diesen Kurven geht unwiderleglich das eine hervor, daß die Sgl. eine wesentliche Ursache des Anwachsens aller Kurven in den kaudalen Rückenmarkspartien ist. Sie übertrifft dort alle anderen Teile der grauen Substanz und es zeigt sich, daß sie nicht parallel mit dem übrigen Hinterhorn zunimmt, sondern daß ihre Zunahme eine absolute ist. Es zeigt sich ferner, daß bei jenen Tieren, bei denen man beim Vergleich des Gesamtquerschnittes zur Sgl. eine besonders kleine Sgl. vermutet hätte, auch das Verhalten dieser zum Grau ein derartiges ist, daß die Sgl. als überaus klein aufzufassen ist. Zum Unterschiede davon ist das Verhältnis des Grau bei diesen Tieren nicht immer gleich zum Gesamtquerschnitt.

Es fragt sich nun, ob man aus diesem Verhalten Schlüsse auf die physiologische Bedeutung der Sgl. machen kann. Wenn man von dem Gedanken ausgeht, den insbesondere Hatschek mit Rücksicht auf das Verhalten der Sgl. beim Delphin ausspricht, daß es sich um ein Organ der Hautsensibilität handelt, welches bei diesem Tier mangels einer solchen besonders schlecht entwickelt ist, so findet dieser Gedanke scheinbar sein Analogon, wenn man die Sgl. des Trigeminus ins Auge faßt. Scheinbar, denn die Sgl. des Trigeminus ist begleitet von einer überaus großen Fasermasse, die als homolog mit der L. R. aufgefaßt werden kann. Es ist sichergestellt, daß eine Zerstörung dieser Fasermasse zu einem Ausfall der Sensibilität des Gesichtes führt, und es ist ferner sichergestellt, daß von dieser Sgl. aus sekundäre sensible Bahnen in die höheren Abschnitte des zentralen Nervensystems gelangen. Es ist aber nicht erwiesen, daß

diese Sgl. des Trigeminus einzig und allein sensibler Kern für dessen absteigende Fasern ist, welch letztere weitaus reichlicher sind als die L. R. Und trotzdem ist die Sgl. des Hinterhorns, die der in manchen Höhen so geringfügigen L. R. entspricht, der Sgl. Trigemini an Größenentwicklung nahezu gleich. Schon dieser Umstand allein führt dahin, in der Sgl. Rolandi etwas mehr zu sehen, als ein Organ der Hautsensibilität. Denn man kann kaum annehmen, daß diese Hautsensibilität beim Igel eine größere sei als beim Menschen und auffällig ist es insbesondere, daß Tiere einer Klasse, bei denen ein wesentlicher Unterschied in der Behaarung und in der Empfindlichkeit der Haut nicht zu konstatieren ist, ziemlich weitgehende Differenzen in der Entwicklung der Sgl. zeigen. Ein Beispiel stellen die Artiodaktylen und Perissodaktylen dar. Man kann nicht annehmen, daß die Sensibilität eines Lama oder einer Antilope eine feinere sei als die eines Pferdes, worauf übrigens schon Biach die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Und was am meisten gegen die Annahme spricht, daß es sich bei der Sgl. um ein Organ nur der Hautsensibilität handelt, ist das eigenartige Verhalten derselben in den kaudalen Rückenmarkspartien. Die Häufung der Substanz in diesen Gegenden ist eine absolute. Sie ist keineswegs darauf zurückzuführen, daß hier die Segmente so klein sind, denn der Kleinheit der Segmente entspricht ja eine absolut kleine hintere Wurzel. Man muß darum den Gedanken fallen lassen, als ob die Sgl. lediglich nichts anderes wäre als ein etwas eigenartiger sensibler Kern des Hinterhorns, ein N. sensibilis proprius, wie ihn Jacobsohn nennt.

Es ist freilich schwer, sich auf der Basis anatomischer Forschung von Vergleichen verschiedener Tierklassen eine Anschauung über die Funktion eines bestimmten Nervenabschnittes zu bilden. Vielleicht gelingt es aber doch unter Berücksichtigung einer Reihe hervorstechender Charaktere eine Annahme zu machen, die eine gewisse Wahrscheinlichkeit für sich hat. Es erscheint dies um so mehr gerechtfertigt, als gerade das experimentelle Studium bei der Sgl. im Stich lassen dürfte, da ja gewiß nur ausgedehnte Läsionen irgend einen Ausfall zur Folge hätten.

Wenn man sich den Bau der Sgl. näher ansieht, so ist dieser wohl bei allen Tierklassen ein nahezu gleicher. Man denke nur daran, daß die Zellen beim Menschen sich in nichts unter-

scheiden von jenen, die Burkhardt beim Protopterus abbildet. Zwei Elemente verleihen ihr das Charakteristische: das eine sind die eigentümlichen, so überaus wenig differenzierten runden Zellen, das andere die von Rosenzweig in so großer Menge dargestellten marklosen Nervenfasern. Es hat den Anschein, als ob man es hier mit einem Gewebe zu tun hätte, das auf einer relativ niederen Entwicklungsstufe stehen geblieben ist. Ein zweites gleichfalls anatomisches Moment, das hier heranzuziehen wäre, ist der offenbare Zusammenhang der Sgl. Rolandi mit der Sgl. centralis, ein Zusammenhang, der, wie bereits erwähnt, für die Genese der ersteren aus der letzteren spricht.

Diese beiden Umstände legen den Gedanken nahe, daß es sich hier um eine Substanz handelt, die keine hochdifferenzierte Funktion besitzen kann, insbesondere keine, welche mit Bewußtseinsvorgängen direkt zusammenhängt, da sonst der große Reichtum an marklosen Fasern schwer begreiflich wäre. Schon dies weist darauf hin, daß sie mehr automatischen Funktionen dienen dürfte, automatischen Funktionen, die in innigstem Konnex mit dem Rückenmark stehen und die ferner, da das Gewebe in der Entwicklung auf einer fast embryonalen Stufe stehen geblieben ist, auch in der Embryonalzeit schon stattgefunden haben dürften. Solche Funktionen sind die sympathischen, für die wir ja unmöglich bloß das automatische System verantwortlich machen können, sondern die, wie insbesondere die Untersuchungen von Gaskell und Langley gezeigt haben, innigste Beziehungen zum Rückenmark besitzen, Beziehungen, die durch die Rami communicantes der hinteren Wurzeln hergestellt werden.

Solche sympathische Funktionen sind, wenn man die Haut zunächst ins Auge faßt, z. B. das Sträuben der Haare oder das Aufstellen der Stacheln beim Igel. Es ist aber schon aus dem Umstand, daß die Sgl. im Sacralmark eine solche Entwicklung erfährt, zu schließen, daß diese Funktion, selbst wenn sie durch die Sgl. zustande kommt, keineswegs die einzige sein kann. Man muß daher annehmen, daß auch andere sympathische Funktionen durch sie besorgt werden können. Als wesentlichste erscheint da die vasomotorische. Diese dürfte bereits im embryonalen Leben vorhanden sein. Ferner wäre es erklärlich, warum gerade im untersten Sacralmark im Gebiete der Urogenitalsphäre eine Vermehrnng der Sgl. sich fände, da ja die Aktion der genannten

Sphäre vielfach auf vasomotorischer Basis erfolgt, die Vasomotoren dabei eine überaus große Rolle spielen.

Es ist ja bekannt, daß Tiere, denen die untersten Rückenmarksabschnitte zerstört werden, plötzlich zugrunde gehen können, weil eine Vasoparalyse zu einer Verblutung in die eigenen Abdominalgefäße führt. Der Versuch, einen Unterschied zu finden in der Entwicklung der Sgl. bei fleischfressenden und pflanzenfressenden Tieren, welcher diese Frage der Zugehörigkeit zum Sympathikus auf die leichteste Weise entschieden hätte, ist schwer.

Jedenfalls wäre dies nur deshalb von Bedeutung, weil den ersteren gemeinhin ein kürzerer, den letzteren ein längerer Darm entspricht. Dies ist wohl in den meisten Fällen so, allein es finden sich zahlreiche Ausnahmen. Wenn man diese berücksichtigt, so ergibt sich, daß die größere Sgl. Tieren mit längerem Darm entspricht. Gute Beispiele dafür sind Ratte, fliegender Hund, Maulwurf, Igel. Allein es geht wohl nicht an, bloß den Darm als einziges Moment für die möglicherweise stärkere Entwicklung eines zentralen Sympathikus heranzuziehen. So ist es gewiß für dessen Größenentfaltung von Bedeutung, wenn ein Tier mehr Hautdrüsen besitzt, wie z. B. die Marsupialier (Phascolarctus). Weiters erscheint es bedeutungsvoll, wenn die Lunge, wie bei den fliegenden Tieren, eine überaus große respiratorische Fläche besitzt, ausgezeichnet durch besonderen Gefäßreichtum zum Unterschiede von den ,Wassersäugern, bei denen das Gegenteil der Fall ist.

Damit ist freilich nicht alles erschöpft, was sich zugunsten oder Ungunsten der gemachten Annahme anführen läßt. Es ist nur der Weg gezeigt, wie man vergleichend anatomisch zur Erkenntnis der Funktion des in Rede stehenden Rückenmarksabschnittes gelangen könnte.

Wenn wir nun schließlich die Frage erörtern wollen, auf welche Weise die Sgl. ihre Funktion besorgt, ob sie ein reines rezeptives Organ ist oder ob sie auch ein effektives darstellt, so ist auch hier die Frage auf anatomischem Wege allein nicht zu entscheiden, wiewohl der Befund von polygonalen Zellen, die ganz nach dem Typus der motorischen gebaut sind, sehr dafür spricht, daß auch effektive Leistungen von der Sgl. besorgt werden. Es wären dann diese Zellen als Ursprungszellen für

die von vielen angenommenen, in den Hinterwurzeln das Rückenmark verlassenden Fasern zu sehen.

Wenn man also resumiert, so ist aus den vergleichenden Untersuchungen über die physiologische Funktion der Sgl. ein sicheres Urteil nicht zu fällen, doch hat es den Anschein, daß man es mit einem komplizierter gebauten und demgemäß mehreren Funktionen dienenden Organ zu tun hat. Als solche Funktionen kämen in Betracht die Leitung eines Teiles der Sensibilität, ferner sympathische Leistungen, insbesondere reflektorische für die Hautmuskulatur und die Vasomotoren.

So würde sich dann das Rückenmarksgrau in drei große Abschnitte sondern. Der eine Abschnitt, der ventrale, wäre ein rein motorischer. Er reicht bis in das Gebiet der Zwischenzone. Der zweite Abschnitt, der intermediäre, umfaßt das Hinterhorn mit den Hinterhornzellen, ohne die Sgl. Dieser ist für die Sensibilität bestimmt und der dritte Abschnitt, die Sgl. selbst, wäre dann ein zentrales, sympathisches Organ, das in seinen Randteilen, besonders ventral, noch enge Fühlung mit dem eigentlichen Hinterhorn und damit mit der Sensibilität besitzt.

Wie bereits erwähnt, leiden diese Annahmen daran, daß sie auf rein anatomisch vergleichendem Wege gewonnen wurden und die Stütze des Experiments entbehren müssen. Vielleicht aber werden sie ein nicht unwillkommener Ausgangspunkt für neuere Untersuchungen sein, die insbesondere das verschiedene Verhalten des sympathischen Systems bei den verschiedenen Tierklassen ins Auge fassen und es mit dem Verhalten der Sgl. vergleichen müßten.

In den folgenden Tabellen sind die Zahlen enthalten, welche die Anlegung der Kurven ermöglichten und zwar ist nur immer der Flächeninhalt einer Hälfte des Rückenmarks oder des Grau angegeben, wie es sich bei 3·3, respektive 10facher linearer Vergrößerung (LV) darbot. GQ = Gesamtquerschnitt. G = Grau. Sgl. = Substantia gelatinosa. Hh = Hinterhorn.

3·3fache LV. Homo

	O. Cm.	Halsanschwellung	U. Cm.	O. Bm.	M. Bm.
GQ G Hн Sgl	471 62 26 13	820 159 59 18	428 51 17 7	381 49 16 6	359 36 13 4
GQ : G	1 : 0·132	1 : 0·194	1 : 0·119	1 : 0·121	1 : 0·1
GQ : Sgl	1 : 0·028	1 : 0·022	1 : 0·016	1 : 0·014	1 : 0·011
G : Sgl	1 : 0·211	1 : 0·112	1 : 0·137	1 : 0·122	1 : 0·111
Hн : Sgl	1 : 0·5	1 : 0·475	1 : 0·412	1 : 0·375	1 : 0·309

3·3fache LV. Simia satyrus

	O. Cm.	Halsanschwellung	U. Cm.	O. Bm.	M. Bm.
GQ G Hн Sgl	321 63 29 15	382 103 33 18	194 41 17 8	173 33 13 5	165 32 12 5
GQ : G	1 : 0·196	1 : 0·269	1 : 0·211	1 : 0·19	1 : 0·193
GQ : Sgl	1 : 0·047	1 : 0·047	1 : 0·041	1 : 0·029	1 : 0·03
G : Sgl	1 : 0·238	1 : 0·175	1 : 0·195	1 : 0·29	1 : 0·156
Hн : Sgl	1 : 0·517	1 : 0·545	1 : 0·471	1 : 0·385	1 : 0·417

3·3fache LV. Lemur macao

	O. Cm.	Halsanschwellung	U. Cm.	O. Bm.	M. Bm.
GQ G Hн Sgl	179 35 14 7	275 80 26 11	167 37 13 8	148 31 10 6	129 26 9 5
GQ : G	1 : 0·196	1 : 0·293	1 : 0·222	1 : 0·2	1 : 0·2
GQ : Sgl	1 : 0·039	1 : 0·04	1 : 0·048	1 : 0·034	1 : 0·039
G : Sgl	1 : 0·2	1 : 0·138	1 : 0·216	1 : 0·194	1 : 0·192
Hн : Sgl	1 : 0·5	1 : 0·423	1 : 0·615	1 : 0·6	1 : 0·667

3·3fache LV. Macacus rhesus

	O. Cm.	Halsanschwellung	U. Cm.	O. Bm.	M. Bm.
GQ G Hн Sgl	251 49 16 9	271 73 25 10	221 56 19 8	142 21 11 5	138 19 9 4
GQ : G	1 : 0·195	1 : 0·269	1 : 0·253	1 : 0·148	1 : 0·138
GQ : Sgl	1 : 0·036	1 : 0 037	1 : 0.036	1 : 0·035	1 : 0·029
G : Sgl	1 : 0·184	1 : 0·137	1 : 0·143	1 : 0·238	1 : 0·211
Hн : Sgl	1 : 0·563	1 : 0·4	1 : 0·421	1 : 0·455	1 : 0·444

3·3fache LV. Cynocephalus hamadryas

	O. Cm.	Halsanschwellung	U. Cm.	O. Bm.	M. Bm.
GQ G Hн Sgl	323 44 16 10	406 114 45 18	273 67 27 11	201 42 15 9	199 35 13 7
GQ : G	1 : 0·136	1 : 0·28	1 : 0·245	1 : 0·2	1 : 0·176
GQ : Sgl	1 : 0·03	1 : 0·044	1 : 0·04	1 : 0·045	1 : 0·035
G : Sgl	1 : 0·227	1 : 0·157	1 : 0·164	1 : 0·214	1 : 0·2
Hн : Sgl	1 : 0·652	1 : 0·4	1 : 0·407	1 : 0·6	1 : 0·538

U. Bm.	O. Lm.	Lendenanschwellung	O. Sm.	Conus
GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl
435 86 33 9	510 124 39 21	557 157 40 32	228 101 25 23	70 35 11 11
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·198	1 : 0·245	1 : 0·299	1 : 0·443	1 : 0·5
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·021	1 : 0·041	1 : 0·057	1 : 0·1	1 : 0·157
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·147	1 : 0·169	1 : 0·204	1 : 0·228	1 : 0·314
HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl
1 : 0·269	1 : 0·539	1 : 0·8	1 : 0·92	1 : 1·0
GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G GH Sgl
187 41 15 17	207 43 17 9	325 101 40 22	115 57 24 14	61 31 11 8
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·219	1 : 0·2	1 : 0·311	1 : 0·496	1 : 0·508
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·037	1 : 0·043	1 : 0·068	1 : 0·113	1 : 0·131
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·17	1 : 0·209	1 : 0·218	1 : 0·24	1 : 0·258
HH : Sgl	HH : Sgl	HB : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl
1 : 0·467	1 : 0·529	1 : 0·55	1 : 0·583	1 : 0·728
GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl
145 28 10 6	171 43 16 9	248 82 28 17	83 33 11 8	57 26 10 8
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·193	1 : 0·251	1 : 0·33	1 : 0·399	1 : 0·456
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·048	1 : 0·053	1 : 0·069	1 : 0·096	1 : 0·14
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·215	1 : 0·2	1 : 0·2	1 : 0·242	1 : 0·308
HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl
1 : 0·6	1 : 0·563	1 : 0·607	1 : 0 727	1 : 0·8
GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl
141 22 11 6	248 36 16 9	263 73 22 14	98 38 15 11	55 28 11 9
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·156	1 : 0·145	1 : 0·278	1 : 0·388	1 : 0·509
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·043	1 : 0·035	1 : 0·053	1 : 0·112	1 : 0·164
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·273	1 : 0·25	1 : 0·192	1 : 0·289	1 : 0·321
HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl
1 : 0·545	1 : 0·563	1 : 0·636	1 : 0·733	1 : 0·819
GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl
207 36 13 6	212 56 22 12	374 131 37 27	130 47 16 13	70 30 12 12
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·174	1 : 0·264	1 : 0·35	1 : 0·362	1 : 0·429
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·029	1 : 0·057	1 : 0·072	1 : 0·1	1 : 0·171
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·167	1 : 0·214	1 : 0·206	1 : 0·276	1 : 0·4
HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl
1 : 0·462	1 : 0·545	1 : 0·729	1 : 0·813	1 : 1·0

		O. Cm.	Halsanschwellung	U. Cm.	O. Bm.	M. Bm.
3·3fache LV. Felis domestica		GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl
		307 44 18 8	432 89 29 12	285 83 34 11	194 33 15 7	175 30 13 6
	GQ : G	1 : 0·144	1 : 0·206	1 : 0·298	1 : 0·17	1 : 0·171
	GQ : Sgl	0 : 0·026	1 : 0·028	1 : 0·038	1 : 0·036	1 : 0·034
	G : Sgl	0 : 0·182	1 : 0·137	1 : 0·133	1 : 0·212	1 : 0·2
	Hn : Sgl	1 : 0·444	1 : 0·414	1 : 0·324	1 : 0·467	1 : 0·462
3·3fache LV. Felis pardus		GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl
		697 95 34 14	904 185 70 22	411 48 16 9	359 44 13 7	280 35 10 5
	GQ : G	1 : 0·136	1 : 0·205	1 : 0·114	1 : 0·123	1 : 0·125
	GQ : Sgl	1 : 0·026	1 : 0·023	1 : 0·022	1 : 0·019	1 : 0·018
	G : Sgl	1 : 0·147	1 : 0·119	1 : 0·188	1 : 0·159	1 : 0·143
	Hn : Sgl	1 : 0·412	1 : 0·314	1 : 0·563	1 : 0·538	1 : 0·5
3·3fache LV. Canis familiaris		GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl
		199 32 14 7	340 115 36 12	240 43 20 7	210 35 13 6	170 30 11 5
	GQ : G	1 : 0·161	1 : 0·338	1 : 0·179	1 : 0·167	1 : 0·176
	GQ : Sgl	1 : 0·035	1 : 0·035	1 : 0·029	1 : 0·029	1 : 0·029
	G : Sgl	1 : 0·219	1 : 0·104	1 : 0·163	1 : 0·171	1 : 0·167
	Hn : Sgl	1 : 0·5	1 : 0·333	1 : 0·35	1 : 0·462	1 : 0·455
10fache LV. Mustela foina		GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl
		712 180 75 24	1453 354 125 48	781 240 110 45	500 101 31 17	417 69 25 10
	GQ : G	1 : 0·253	1 : 0·244	1 : 0·307	1 : 0·202	1 : 0·165
	GQ : Sgl	1 : 0·034	1 : 0·033	1 : 0·058	1 : 0·034	1 : 0·024
	G : Sgl	1 : 0·133	1 : 0·136	1 : 0·188	1 : 0·168	1 : 0·145
	Hn : Sgl	1 : 0·32	1 : 0·384	1 : 0·409	1 : 0·549	1 : 0·4
10fache LV. Mus rattus		GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ G Hn Sgl	GQ H Hn Sgl	GQ G Hn Sgl
		442 140 51 43	644 215 70 47	353 103 35 31	201 67 22 23	195 62 21 22
	GQ : G	1 : 0·316	1 : 0·334	1 : 0·292	1 : 0·331	1 : 0·318
	GQ : Sgl	1 : 0·097	1 : 0·073	1 : 0·088	1 : 0·114	1 : 0·113
	G : Sgl	1 : 0·307	1 : 0·219	1 : 0·3	1 : 0·343	1 : 0·355
	Hn : Sgl	1 : 0·827	1 : 0·671	1 : 0·857	1 : 1·05	1 : 1·05

U. Bm.	O. Lm.	Lendenanschwellung	O. Sm.	Conus
GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl
182 27 11 5	290 42 18 7	334 91 29 15	120 40 13 8	73 26 9 7
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·148	1 : 0·145	1 : 0·272	1 : 0·333	1 : 0·356
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·027	1 : 0·024	1 : 0·048	1 : 0·067	1 : 0·096
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·259	1 : 0·167	1 : 0·165	1 : 0·2	1 : 0·269
Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl
1 : 0·455	1 : 0·389	1 : 0·517	1 : 0·615	1 : 0·778
GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl
300 45 13 7	371 50 15 9	680 159 41 26	153 62 18 12	67 31 10 8
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·15	1 : 0·135	1 : 0·234	1 : 0·405	1 : 0·463
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·023	1 : 0·024	1 : 0·038	1 : 0·079	1 : 0·119
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
0 : 0·156	1 : 0·18	1 : 0·162	1 : 0·194	1 : 0·258
Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl
1 : 0·538	1 : 0·6	1 : 0·634	1 : 0·667	1 : 0·8
GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl
160 31 12 5	308 101 41 14	330 125 45 17	98 42 16 8	52 25 10 7
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·194	1 : 0·328	1 : 0·379	1 : 0·429	1 : 0·48
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·031	1 : 0·045	1 : 0·052	1 : 0·082	1 : 0·135
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·161	1 : 0·139	1 : 0·145	1 : 0·19	1 : 0·28
Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl
1 : 0·417	1 : 0·341	1 : 0·378	1 : 0·5	1 : 0·7
GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl
493 84 33 19	560 166 60 36	1046 350 141 79	532 285 92 71	303 165 52 47
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·17	1 : 0·296	1 : 0·335	1 : 0·536	1 : 0·545
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·037	1 : 0·04	1 : 0·078	1 : 0·133	1 : 0·158
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·226	1 : 0·217	1 : 0·226	1 : 0·246	1 : 0·285
Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl
1 : 0·576	1 : 0·6	1 : 0·56	1 : 0·773	1 : 0·923
GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl
250 79 30 28	370 135 51 40	550 205 66 61	150 90 27 29	70 50 12 20
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·316	1 : 0·365	1 : 0·373	1 : 0·6	1 : 0·71
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·12	1 : 0·109	1 : 0·111	1 : 0·193	1 : 0·271
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·353	1 : 0·286	1 : 0·298	1 : 0·322	1 : 0·4
Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl
1 : 0·933	1 : 0·784	1 : 0·924	1 : 1·074	1 : 1·539

	O. Cm.	Halsanschwellung	U. Cm.	O. Bm.	M. Bm.
10fache LV. Cavia cobaya	GQ G Hн Sgl 622 204 108 72 GQ : G 1 : 0·328 GQ : Sgl 1 : 0·114 G : Sgl 1 : 0·353 Hн : Sgl 1 : 0·667	GQ G Hн Sgl 672 165 71 66 GQ : G 1 : 0·246 GQ : Sgl 1 : 0·1 G : Sgl 1 : 0·406 Hн : Sgl 1 : 0·944	GQ G Hн Sgl 560 171 81 49 GQ : G 1 : 0·305 GQ : Sgl 1 : 0·089 G : Sgl 1 : 0·285 Hн : Sgl 1 : 0·605	GQ G Hн Sgl 521 78 26 25 GQ : G 1 : 0·15 GQ : Sgl 1 : 0·048 G : Sgl 1 : 0·335 Hн : Sgl 1 : 0·961	GQ G Hн Sgl 476 71 20 27 GQ : G 1 : 0·149 GQ : Sgl 1 : 0·057 G : Sgl 1 : 0·381 Hн : Sgl 1 : 1·35
10fache LV. Erinaceus europaeus	GQ G Hн Sgl 635 293 110 95 GQ : G 1 : 0·461 GQ : Sgl 1 : 0·151 G : Sgl 1 : 0·358 Hн : Sgl 1 : 0·864	GQ G Hн Sgl 696 304 100 67 GQ : G 1 : 0·438 GQ : Sgl 1 : 0·096 G : Sgl 1 : 0·22 Hн : Sgl 1 : 0·67	GQ G Hн Sgl 443 213 81 52 GQ : G 1 : 0·481 GQ : Sgl 1 : 0·117 G : Sgl 1 : 0·244 Hн : Sgl 1 : 0·642	GQ G Hн Sgl 424 231 81 50 GQ : G 1 : 0·545 GQ : Sgl 1 : 0·117 G : Sgl 1 : 0·264 Hн : Sgl 1 : 0·617	GQ G Hн Sgl 418 187 52 39 GQ : G 1 : 0·447 GQ : Sgl 1 : 0·093 G : Sgl 1 : 0·206 Hн : Sgl 1 : 0·75
10fache LV. Talpa europaea	GQ G Hн Sgl 361 133 37 27 GQ : G 1 : 0·368 GQ : Sgl 1 : 0·075 G : Sgl 1 : 0·203 Hн : Sgl 1 : 0·73	GQ G Hн Sgl 375 149 49 28 GQ : G 1 : 0·397 GQ : Sgl 1 : 0·075 G : Sgl 1 : 0·187 Hн : Sgl 1 : 0·571	GQ G Hн Sgl 299 67 21 14 GQ : G 1 : 0·277 GQ : Sgl 1 : 0·046 G : Sgl 1 : 0·209 Hн : Sgl 1 : 0·667	GQ G Hн Sgl 262 56 16 13 GQ : G 1 : 0·214 GQ : Sgl 1 : 0·049 G : Sgl 1 : 0·232 Hн : Sgl 1 : 0·813	GQ G Hн Sgl 230 54 16 12 GQ : G 1 : 0·235 GQ : Sgl 1 : 0·052 G : Sgl 1 : 0·222 Hн : Sgl 1 : 0·75
3·3fache LV. Capra hircus	GQ G Hн Sgl 447 47 26 10 GQ : G 1 : 0·107 GQ : Sgl 1 : 0·022 G : Sgl 1 : 0·213 Hн : Sgl 1 : 0·385	GQ G Hн Sgl 891 187 64 22 GQ : G 1 : 0·21 GQ : Sgl 1 : 0·025 G : Sgl 1 : 0·118 Hн : Sgl 1 : 0·328	GQ G Hн Sgl 657 152 48 17 GQ : G 1 : 0·247 GQ : Sgl 1 : 0·026 G : Sgl 1 : 0·112 Hн : Sgl 1 : 0·354	GQ G Hн Sgl 309 41 21 11 GQ : G 1 : 0·133 GQ : Sgl 1 : 0·036 G : Sgl 1 : 0·268 Hн : Sgl 1 : 0·524	GQ G Hн Sgl 290 49 23 12 GQ : G 1 : 0·169 GQ : Sgl 1 : 0·041 G : Sgl 1 : 0·245 Hн : Sgl 1 : 0·622
3·3fache LV. Sus Scrofa domesticus	GQ G Hн Sgl 482 89 31 14 GQ : G 1 : 0·183 GQ : Sgl 1 : 0·029 G : Sgl 1 : 0·157 Hн : Sgl 1 : 0·452	GQ G Hн Sgl 771 137 42 22 GQ : G 1 : 0·178 GQ : Sgl 1 : 0·029 G : Sgl 1 : 0·16 Hн : Sgl 1 : 0·524	GQ G Hн Sgl 406 120 40 18 GQ : G 1 : 0·296 GQ : Sgl 1 : 0·045 G : Sgl 1 : 0·15 Hн : Sgl 1 : 0·45	GQ G Hн Sgl 318 86 24 11 GQ : G 1 : 0·27 GQ : Sgl 1 : 0·035 G : Sgl 1 : 0·128 Hн : Sgl 1 : 0·458	GQ G Hн Sgl 298 84 23 10 GQ : G 1 : 0·283 GQ : Sgl 1 : 0·034 G : Sgl 1 : 0·119 Hн : Sgl 1 : 0·435

und



II An

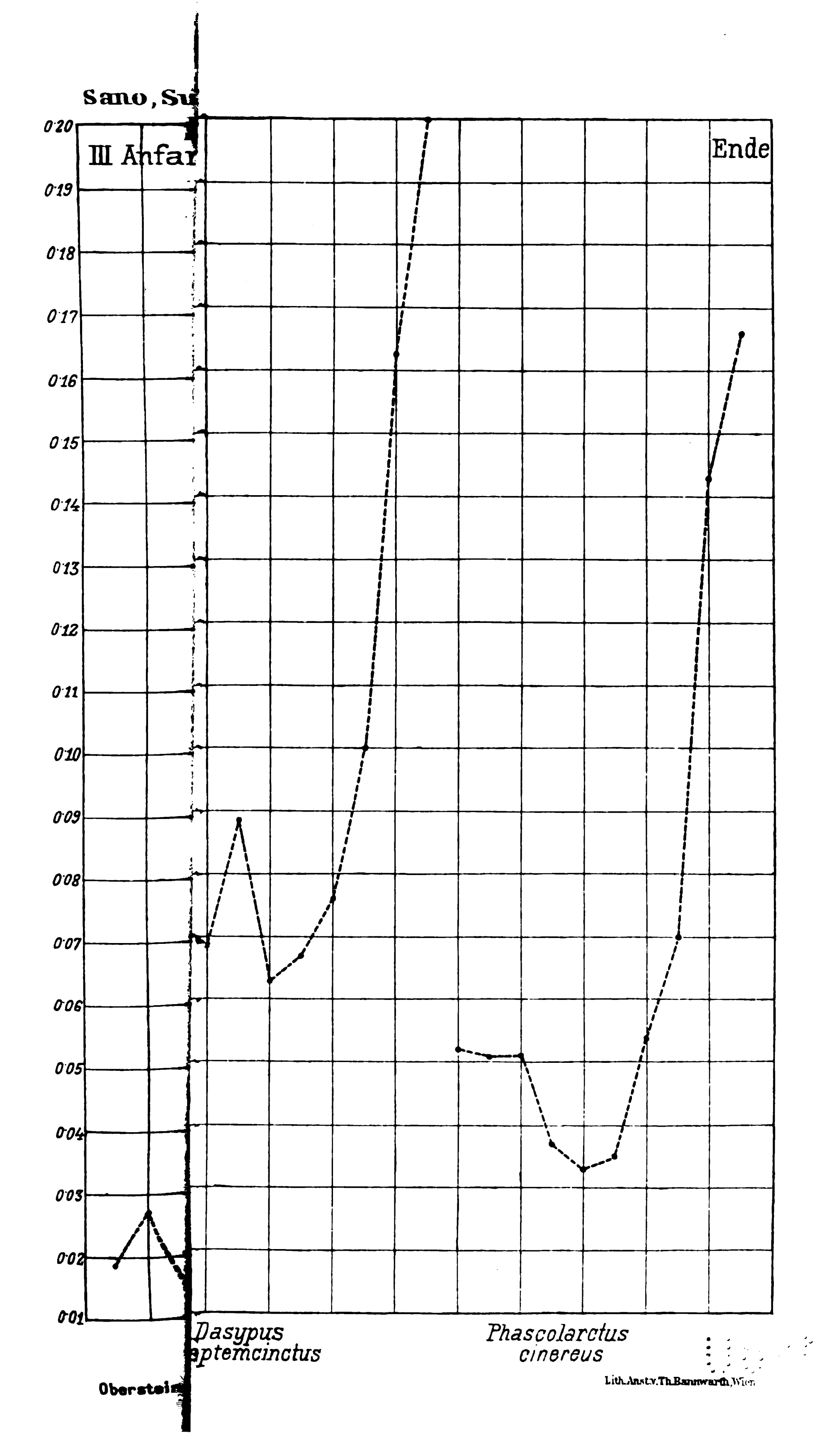
Ende

0·27
0·26
0·25
0·24
0·23
0·22
0·21
0·20
0·19
0·18
0·17
0·16
0·15
0·14
0·13
0·12
0·11
0·10
0·09
0·08
0·07
0·06
0·05
0·04
0·03
0·02
0·01

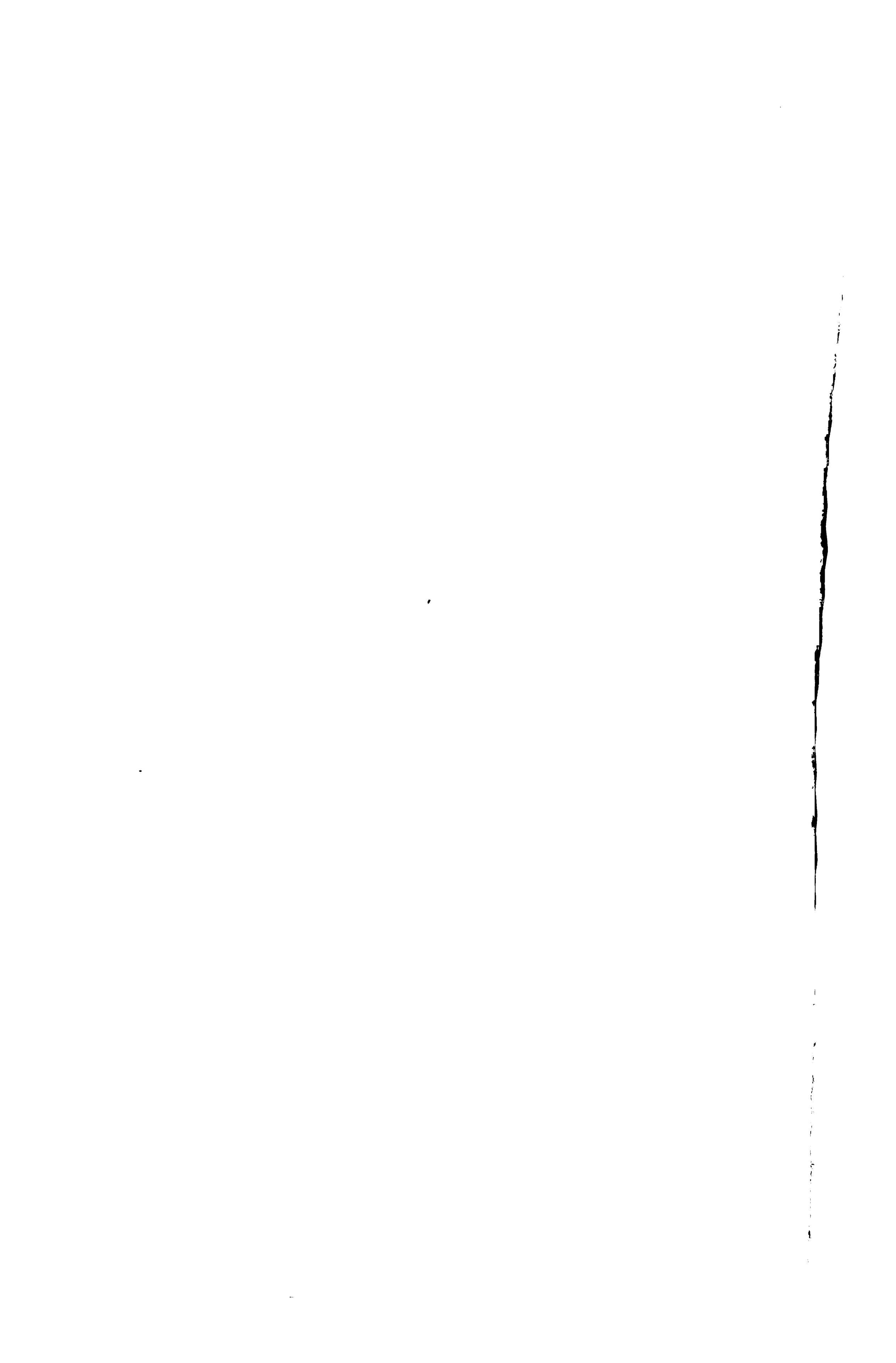
Bos taurus juvenilis | *Ovis* | *Potamochoerus*

Oberst

Lith.Anst.v.Th.Bannwarth,Wien.



Sano, Su
III Anfar
Ende
0·20
0·19
0·18
0·17
0·16
0·15
0·14
0·13
0·12
0·11
0·10
0·09
0·08
0·07
0·06
0·05
0·04
0·03
0·02
0·01
Dasypus
eptemcinctus
Phascolarctus
cinereus
Oberstein
Lith.Anst.v.Th.Bannwarth,Wien



Sano, Substantia

VIa Anfang

Ende

1·8
1·7
1·6
1·5
1·4
1·3
1·2
1·1
1·0
0·9
0·8
0·7
0·6
0·5
0·4
0·3
0·2
0·1

Equus caballus *Dasypus septemcinctus* *Phascolarctus cinereus*

Lith.Anst.v.Th.Bannwarth, Wien.



U. Bm.	O. Lm.	Lendenanschwellung	O. Sm.	Conus
GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl
494 72 22 28	59315958 48	78021155 66	31510527 35	85 58 15 20
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·146	1 : 0·268	1 : 0·271	1 : 0·333	1 : 0·682
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·057	1 : 0·08	1 : 0·087	1 : 0·111	1 : 0·235
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·389	1 : 0·302	1 : 0·313	1 : 0·333	1 : 0·354
Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl
1 : 1·27	1 : 0·827	1 : 1·2	1 : 1·29	1 : 1·33
GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl
48920472 59	50021669 56	64626391 78	30814751 48	70 41 14 16
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·417	1 : 0·432	1 : 0·411	1 : 0·477	1 : 0·586
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·120	1 : 0·112	1 : 0·122	1 : 0·156	1 : 0·229
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·289	1 : 0·267	1 : 0·297	1 : 0·326	1 : 0·392
Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl
1 : 0·819	1 : 0·812	1 : 0·857	1 : 0·941	1 : 1·14
GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl
240 57 18 13	33512646 28	36014149 30	140 61 20 18	60 38 13 62
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·238	1 : 0·376	1 : 0·392	1 : 0·436	1 : 0·633
GQ : Sgl	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·054	1 : 0·084	1 : 0·083	1 : 0·129	1 : 0·2
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G: Sgl
1 : 0·228	1 : 0·222	1 : 0·213	1 : 0·295	1 : 0·316
Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl
1 : 0·722	1 : 0·609	1 : 0·612	1 : 0·9	1 : 0·923
GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl
54012939 22	62018053 36	76021068 49	241 79 26 22	69 29 11 10
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·239	1 : 0·29	1 : 0·276	1 : 0·328	1 : 0·421
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·041	1 : 0·058	1 : 0·062	1 : 0·091	1 : 0·145
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·171	1 : 0·2	1 : 0·233	1 : 0·278	1 : 0·345
Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl
1 : 0·564	1 : 0·679	1 : 0·721	1 : 0·846	1 : 0·909
GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl	GQ G Hh Sgl
365 64 26 13	435 67 26 14	55014643 31	180 67 20 17	65 30 11 10
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·173	1 : 0·154	1 : 0·298	1 : 0·372	1 : 0·462
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·036	1 : 0·033	1 : 0·056	1 : 0·094	1 : 0·154
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·203	1 : 0·209	1 : 0·212	1 : 0·254	1 : 0·333
Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl	Hh : Sgl
1 : 0·5	1 : 0·538	1 : 0·721	1 : 0·85	1 : 0·909

	O. Cm.	Halsan-schwellung	U. Cm.	O. Bm.	M. Bm.
3·3fache LV. Antilope	GQ G Hh Sgl 546 110 51 18 GQ : G 1 : 0·201 GQ : Sgl 1 : 0·033 G : Sgl 1 : 0·164 Hh : Sgl 1 : 0·353	GQ G Hh Sgl 966 197 91 32 GQ : G 1 : 0·204 GQ : Sgl 1 : 0·033 G : Sgl 1 : 0·162 Hh : Sgl 1 : 0·352	GQ G Hh Sgl 593 69 31 15 GQ : G 1 : 0·116 GQ : Sgl 1 : 0·025 G : Sgl 1 : 0·217 Hh : Sgl 1 : 0·484	GQ G Hh Sgl 537 62 29 13 GQ : G 1 : 0·115 GQ : Sgl 1 : 0·024 G : Sgl 1 : 0·209 Hh : Sgl 1 : 0·448	GQ G Hh Sgl 495 61 25 12 GQ : G 1 : 0·123 GQ : Sgl 1 : 0·024 G : Sgl 1 : 0·197 Hh : Sgl 1 : 0·48
3·3fache LV. Bostaurus juvenilis	GQ G Hh Sgl 700 86 26 14 GQ : G 1 : 0·123 GQ : Sgl 1 : 0·02 G : Sgl 1 : 0·163 Hh : Sgl 1 : 0·538	GQ G Hh Sgl 1315 251 57 30 GQ : G 1 : 0·19 GQ : Sgl 1 : 0·023 G : Sgl 1 : 0·116 Hh : Sgl 1 : 0·526	GQ G Hh Sgl 628 65 24 11 GQ : G 1 : 0·103 GQ : Sgl 1 : 0·018 G : Sgl 1 ! 0·169 Hh : Sgl 1 : 0·458	GQ G Hh Sgl 572 59 14 8 GQ : G 1 : 0·103 GQ : Sgl 1 : 0·014 G : Sgl 1 : 0·136 Hh : Sgl 1 : 0·571	GQ G Hh Sgl 560 58 14 7 GQ : G 1 : 0·103 GQ : Sgl 1 : 0·013 G : Sgl 1 : 0·12 Hh : Zgl 1 : 0·5
3·3fache LV. Ovis	GQ G Hh Sgl 465 69 25 11 GQ : G 1 : 0·148 GQ : Sgl 1 : 0·026 G : Sgl 1 : 0·159 Hh : Sgl 1 : 0·44	GQ G Hh Sgl 622 139 41 17 GQ : G 1 : 0·223 QG : Sgl 1 : 0·027 G : Sgl 1 : 0·122 Hh : Sgl 1 : 0·412	GQ G Hh Sgl 401 59 23 11 GQ : G 1 : 0·147 GQ : Sgl 1 : 0·027 G : Sgl 1 : 0·186 Hh : Sgl 1 : 0·483	GQ G Hh Sgl 390 55 22 10 GQ : G 1 : 0·115 GQ : Sgl 1 : 0·026 G : Sgl 1 : 0·182 Hh : Sgl 1 : 0·459	GQ G Hh Sgl 340 45 18 8 GQ : G 1 : 0·132 GQ : Sgl 1 : 0·023 G : Sgl 1 : 0·178 Hh : Sgl 1 : 0·444
3·3fache LV. Potamochoerus	GQ G Hh Sgl 522 80 25 10 GQ : G 1 : 0·153 GQ : Sgl 1 : 0·019 G : Sgl 1 : 0·125 Hh : Sgl 1 : 0·4	GQ G Hh Sgl 943 168 45 16 GQ : G 1 : 0·178 GQ : Sgl 1 : 0·017 G : Sgl 1 : 0·095 Hh : Sgl 1 : 0·356	GQ G Hh Sgl 613 73 20 8 GQ : G 1 : 0·119 GQ : Sgl 1 : 0·013 G : Sgl 1 : 0·11 Gh : Sgl 1 : 0·4	GQ G Hh Sgl 493 50 14 5 GQ : G 1 : 0·1 GQ : Sgl 1 : 0·01 G : Sgl 1 : 0·1 Hh : Sgl 1 : 0·357	GQ G Hh Sgl 403 36 10 4 GQ : G 1 : 0·089 GQ : Sgl 1 : 0·01 G : Sgl 1 : 0·111 Hh : Sgl 1 : 0·4
3·3fache LV. Equus Caballus	GQ G Hh Sgl 1530 125 32 29 GQ : G 1 : 0·071 GQ : Sgl 1 : 0·919 G : Sgl 1 : 0·232 Hh : Sgl 1 : 0·906	GQ G Hh Sgl 1820 286 71 50 GQ : G 1 : 0·156 GQ : Sgl 1 : 0·027 G : Sgl 1 : 0·175 Hh : Sgl 1 : 0·713	GQ G Hh Sgl 1743 145 53 25 GQ : G 1 : 0·083 CQ : Sgl 1 : 0·014 G : Sgl 1 : 0·172 Hh : Sgl 1 : 0·472	GQ G Hh Sgl 1413 93 42 17 GQ : G 1 : 0·066 GQ : Sgl 1 : 0·013 G : Sgl 1 : 0·183 Hh : Sgl 1 : 0·405	GQ G Hh Sgl 1200 85 40 17 GQ : G 1 : 0·071 GQ : Sgl 1 : 0·013 G : Sgl 1 : 0·188 Hh : Sgl 1 : 0·425

U. Bm.	O. Lm.	Lendenanschwellung	O. Sm.	Conus
GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl
480 49 22 11	605 71 31 15	980 195 55 41	245 73 23 22	94 35 14 15
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·102	1 : 0·126	1 : 0·199	1 : 0·314	1 : 0·372
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·023	1 : 0·025	1 : 0·042	1 : 0·09	1 : 0·159
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·245	1 : 0·211	1 : 0·21	1 : 0·3	1 : 0·429
HH : Sgl	H : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl
1 : 0·5	1 : 0·484	1 : 0·745	1 : 0·957	1 : 1·071
GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl
650 82 19 12	710 99 40 16	1230 268 79 47	235 115 41 26	93 48 18 16
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·126	1 : 0·125	1 : 0·219	1 : 0·489	1 : 0·516
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·018	1 : 0·023	1 : 0·038	1 : 0·11	1 : 0·172
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·146	1 : 0·162	1 : 0·175	1 : 0·226	1 : 0·333
HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl
1 : 0·632	1 : 0·4	1 : 0·582	1 : 0·634	1 : 0·889
GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl
350 46 19 8	437 46 18 9	518 202 70 34	168 87 28 21	69 38 12 10
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·131	1 : 0·105	1 : 0·389	1 : 0·517	1 : 0·551
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·023	1 : 0·021	1 : 0·066	1 : 0·125	1 : 0·174
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·174	1 : 0·196	1 : 0·168	1 : 0·241	1 : 0·316
HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl
1 : 0·421	1 : 0·5	1 : 0·484	1 : 0·75	1 : 0·833
GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl
413 63 14 7	531 93 25 10	668 187 66 21	177 76 19 10	81 36 11 9
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·153	1 : 0·175	1 : 0·28	1 : 0·429	1 : 0·444
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·017	1 : 0·019	1 : 0·031	1 : 0·057	1 : 0·111
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G . Sgl
1 : 0·111	1 : 0·109	1 : 0·112	1 : 0·132	1 : 0·25
HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl
1 : 0·5	1 : 0·4	1 : 0·318	1 : 0·526	1 : 0·819
GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl	GQ G HH Sgl
1170 99 35 18	1551 160 75 28	2148 397 128 64	857 266 86 50	227 72 23 21
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·085	1 : 0·1	1 : 0·18	1 : 0·31	1 : 0·317
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·015	1 : 0·018	1 : 0·031	1 : 0·058	1 : 0·093
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·182	1 : 0·175	1 : 0·161	1 : 0·188	1 : 0·292
HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl	HH : Sgl
1 : 0·514	1 : 0·375	1 : 0·5	1 : 0·581	1 : 0·913

	O. Cm.	Halsanschwellung	U. Cm.	O. Bm.	M. Bm.
10fache lineale Vergrößerung Pteropus edulis	GQ G Hh Sgl 617 171 61 51 GQ : G 1 : 0·277 GQ : Sgl 1 : 0·083 G : Sgl 1 : 0·298 Hh : Sgl 1 : 0·836	GQ G Hh Sgl 803 220 70 63 GQ : G 1 : 0·274 GQ : Sgl 1 : 0·078 G : Sgl 1 : 0·286 Hh : Sgl 1 : 0·9	GQ G Hh Sgl 505 167 45 39 GQ : G 1 : 0·331 GQ : Sgl 1 : 0·77 G : Sgl 1 : 0·233 Hh : Sgl 1 : 0·867	GQ G Hh Sgl 401 124 37 28 GQ : G 1 : 0·3 GQ : Sgl 1 : 0.069 G : Sgl 1 : 0·226 Hh : Sgl 1 : 0·754	GQ G Hh Sgl 340 110 36 25 GQ : G 1 : 0·324 GQ : Sgl 1 : 0·074 G : Sgl 1 : 0·227 Hh : Sgl 1 : 0·694
3·3fache LV. Phoca vitulina	GQ G Hh Sgl 517 61 27 7 GQ : G 1 : 0·118 GQ : Sgl 1 : 0·014 G : Sgl 1 : 0·114 Hh : Sgl 1 : 0·258	GQ G Hh Sgl 554 98 38 9 GQ : G 1 : 0·177 GQ : Sgl 1 : 0·016 G : Sgl 1 : 0·091 Hh : Sgl 1 : 0·235	fehlt	GQ G Hh Sgl 450 67 27 6 GQ : G 1 : 0·149 GQ : Sgl 1 : 0·013 G : Sgl 1 : 0·089 Hh : Sgl 1 : 0·222	GQ G Hh Sgl 410 53 20 5 GQ : G 1 : 0·129 GQ : Sgl 1 : 0·012 G : Sgl 1 : 0·094 Hh : Sgl 1 : 0·25
3·3fache LV. Delphinus tursio	GQ G Hh Sgl 975 130 43 10 GQ : G 1 : 0·133 GQ : Sgl 1 : 0·011 G : Sgl 1 : 0·077 Hh : Sgl 1 : 0·232	GQ G Hh Sgl 990 139 46 12 GQ : G 1 : 0·14 GQ : Sgl 1 : 0·012 G : Sgl 1 : 0·086 Hh : Sgl 1 : 0·261	GQ G Hh Sgl 660 73 27 7 GQ : G 1 : 0·111 GQ : Sgl 1 : 0·011 G : Sgl 1 : 0·096 Hh : Sgl 1 : 0·259	GQ G Hh Sgl 600 57 24 6 GQ : G 1 : 0·095 GQ : Sgl 1 : 0·01 G : Sgl 1 : 0·106 Hh : Sgl 1 : 0·25	GQ G Hh Sgl 481 52 22 5 GQ : G 1 : 0·108 GQ : Sgl 1 : 0·01 G : Sgl 1 : 0·096 Hh : Sgl 1 : 0·227
3·3fache LV. Dasypus septemcinctus	GQ G Hh Sgl 275 90 29 28 GQ : G 1 : 0·327 GQ : Sgl 1 : 0·1 G : Sgl 1 : 0·311 Hh : Sgl 1 : 0·966	GQ G Hh Sgl 313 95 26 23 GQ : G 1 : 0·304 GQ : Sgl 1 : 0·073 G : Sgl 1 : 0·242 Hh : Sgl 1 : 0·881	GQ G Hh Sgl 217 48 14 15 GQ : G 1 : 0·221 GQ : Sgl 1 : 0·069 G : Sgl 1 : 0·312 Hh : Sgl 1 : 1·071	GQ G Hh Sgl 214 63 20 19 GQ : G 1 : 0·294 GQ : Sgl 1 : 0·089 G : Sgl 1 : 0·302 Hh : Sgl 1 : 0·95	GQ G Hh Sgl 176 36 12 11 GQ : G 1 : 0·205 GQ : Sgl 1 : 0·063 G : Sgl 1 : 0·305 Hh : Sgl 1 : 0·917
3·3fache LV. Phoscolarctus cinereus	GQ G Hh Sgl 319 60 23 17 GQ : G 1 : 0·188 GQ : Sgl 1 : 0·052 G : Sgl 1 : 0·283 Hh : Sgl 0·739	GQ G Hh Sgl 389 72 25 20 GQ : G 1 : 0·185 GQ : Sgl 1 : 0·051 G : Sgl 1 : 0·278 Hh : Sgl 1 : 0·8	GQ G Hh Sgl 332 68 21 17 GQ : G 1 : 0·205 GQ : Sgl 1 : 0·051 G : Sgl 1 : 0·25 Hh : Sgl 1 : 0·81	GQ G Hh Sgl 241 33 13 9 GQ : G 1 : 0·133 GQ : Sgl 1 : 0·037 G : Sgl 1 : 0·274 Hh : Sgl 1 : 0·692	GQ G Hh Sgl 243 30 12 8 GQ : G 1 : 0·123 GQ : Sgl 1 : 0·033 G : Sgl 1 : 0·267 Hh : Sgl 1 : 0·667

U. Bm.	O. Lm.	Lendenanschwellung	O. Sm.	Conus
GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl		GQ G Hʜ Sgl
390 128 49 26	451 169 58 37	635 265 72 62		82 45 14 17
GQ : G	GQ : G	GQ : G		GQ : G
1 : 0·328	1 : 0·375	1 : 0·419		1 : 0·549
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	fehlt	GQ : Sgl
1 : 0·067	1 . 0·082	1 : 0·098		1 : 0·2
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl		G : Sgl
1 : 0·203	1 : 0·219	1 : 0·235		1 : 0·373
Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl		Hʜ : Sgl
1 : 0·531	1 : 0·638	1 : 0·861		1 : 1·214
GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl
416 53 21 5	460 54 23 6	480 56 20 7	300 51 25 7	81 25 13 5
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·127	1 : 0·117	1 : 0·117	1 : 0·17	1 : 0·309
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·012	1 : 0·013	1 : 0·015	1 : 0·023	1 : 0·062
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·094	1 : 0·111	1 : 0·124	1 : 0·137	1 : 0·2
Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl	Hk : Sgl
1 : 0·238	1 : 0·261	1 : 0·233	1 : 0·28	1 : 0·385
GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl
570 50 25 6	590 60 27 8	670 105 45 12	305 96 37 12	84 40 20 8
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·088	1 : 0·101	1 : 0·157	1 : 0·314	1 : 0·486
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·01	1 : 0·015	1 : 0·018	1 : 0·039	1 : 0·094
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·12	1 : 0·133	1 : 0·114	1 : 0·126	1 : 0·2
Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl
1 : 0·24	1 : 0·296	1 : 0·267	1 : 0·322	1 : 0·4
GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl	GQ G H Sgl	GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl
208 42 14 13	251 61 22 19	287 125 49 31	98 46 17 16	70 40 12 14
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 ; 0·202	1 : 0·243	1 : 0·436	1 : 0·479	1 : 0·571
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·067	1 : 0·076	1 : 0·1	1 : 0·163	1 : 0·2
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·309	1 : 0·311	1 : 0·248	1 : 0.348	1 : 0·378
Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl
1 : 0·929	1 : 0·864	1 : 0 633	1 : 0·941	1 : 1·167
GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl	GQ G Hʜ Sgl
318 40 13 11	350 82 31 19	385 106 38 27	119 58 19 17	60 31 10 10
GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G	GQ : G
1 : 0·126	1 : 0·234	1 : 0·275	1 : 0·496	1 : 0·517
GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl	GQ : Sgl
1 : 0·035	1 : 0·054	1 : 0·07	1 : 0·143	1 : 0·166
G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl	G : Sgl
1 : 0·275	1 : 0·232	1 : 0·255	1 : 0·293	1 : 0·323
Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl	Hʜ : Sgl
1 : 0·846	1 : 0·613	1 : 0·711	1 : 0·894	1 : 1

Literatur.

H. Bräutigam, Vergleichende anatomische Untersuchungen des Conus medullaris. Inaug. Dissert. Dorpat 1892, S. 83.

R. Burckhardt, Das Zentralnervensystem von Protopterus annectens. 1902, S. 10.

H. Dexler, Zur Anatomie des Zentralnervensystems von Elephas Indicus. Arbeiten aus dem neurologischen Institute der Wiener Universität. Bd. XV.

S. Ramon y Cajal, Neue Darstellung vom histologischen Bau des Zentralnervensystems. Archiv für Physiologie und Anatomie. Anat. Abteilung 1893, S. 319.

P. Biach, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Bau des Zentralkanales bei den Säugetieren. Arbeiten aus dem neurologischen Institut an der Wiener Universität. Bd. XIII, 1906, S. 399.

Derselbe: Das Rückenmark der Ungulaten. Arbeiten aus dem Wr. neurolog. Inst. Bd. XVI.

Claus-Grobben, Lehrbuch der Zoologie.

Gegenbaur, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 1901.

M. Gierke, Die Stützsubstanz des Zentralnervensystems. Archiv für mikroskop. Anatomie 1885, Bd. XXV, S. 441. 1886, Bd. XXVI, S. 129 (143).

C. Golgi, Über den feineren Bau des Rückenmarks. Anat. Anzeiger. 1890, Bd. XI, S. 372 und 423.

Hertwig, Lehrbuch der Zoologie 1897.

Hatschek, Über das Rückenmark des Delphins. (Arbeiten aus dem neurolog. Institut an der Wiener Universität. Bd. IV.)

Derselbe, Über das Rückenmark des Seehunds im Vergleich mit dem des Hundes (ebenda).

L. Jacobsohn, Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks. Anhang zu den Abhandlungen der kgl. preuß. Akademie der Wissenschaften 1908. Berlin.

Kallius Erich, Über die medulla spinalis und die med. oblongata von Troglodytes niger. Inaugural Dissert. Berlin 1892.

Kotzenberg, Untersuchungen über das Rückenmark des Igels. Wiesbaden 1899.

A. Kölliker, Handbuch der Gewebslehre, 1897, VI. Auflage, S. 58, 62, 75, 77, 85, 99, 100, 135, 158.

R. Krause, Untersuchungen über den Bau des Zentralnervensystems der Affen. 1899, S. 35 bis 36.

M. v. Lenhossek, Der feinere Bau des Nervensystems. 1896, S. 196 bis 199 und 355 bis 369.

M. Lewandowsky, Untersuchungen über die Leitungsbahnen des Trunctus cerebri und ihren Zusammenhang mit denen der Medulla spinalis und des Cortex cerebri.

F. Nissl, Nervenzelle und graue Substanz. Münch. med. Wochenschrift 1898, Bd. XLV, XXXI, S. 988 (991).

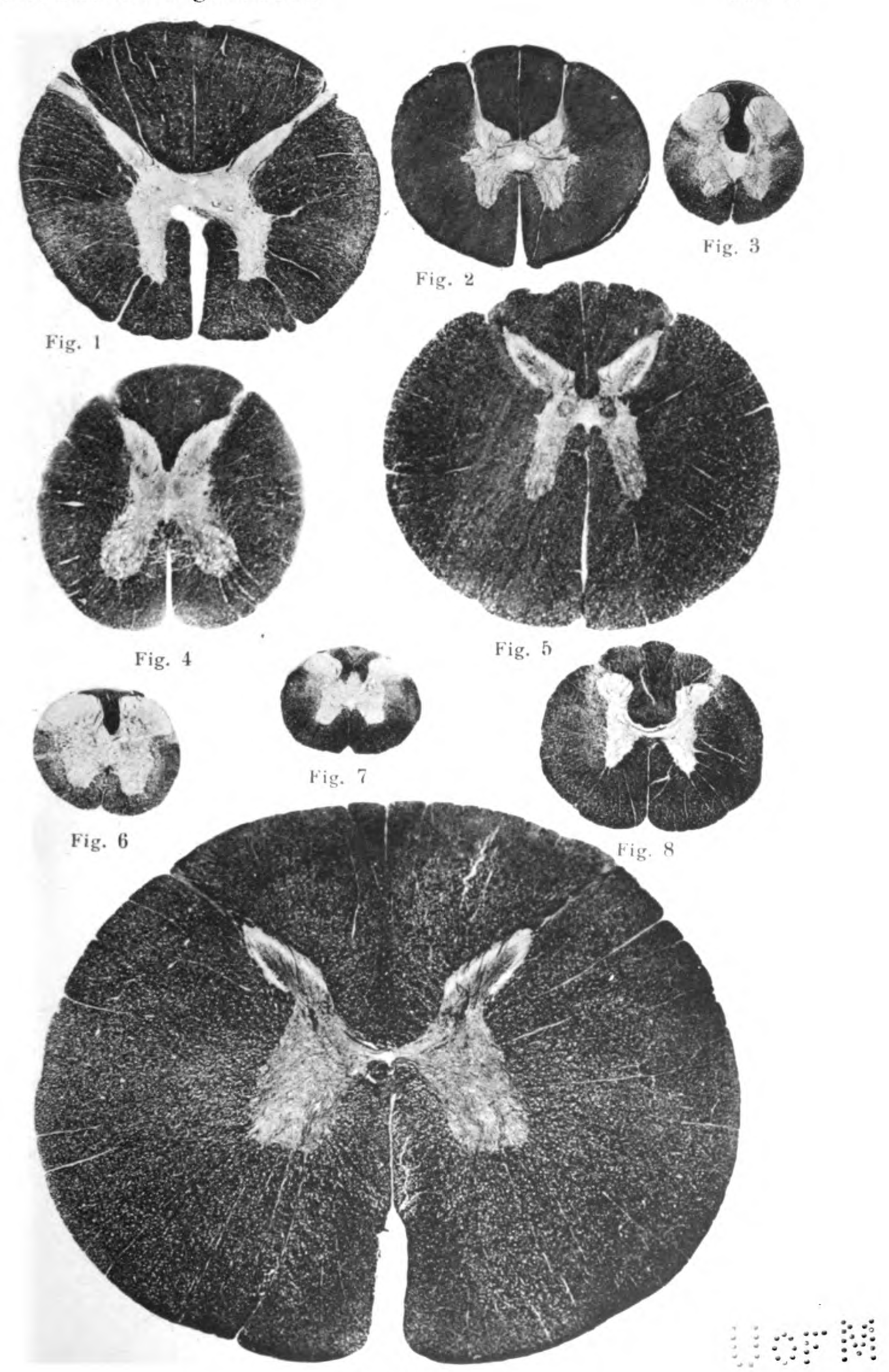


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

Obersteiner Arbeiten XVII. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Verlag von Franz Deuticke in Leipzig und Wien.

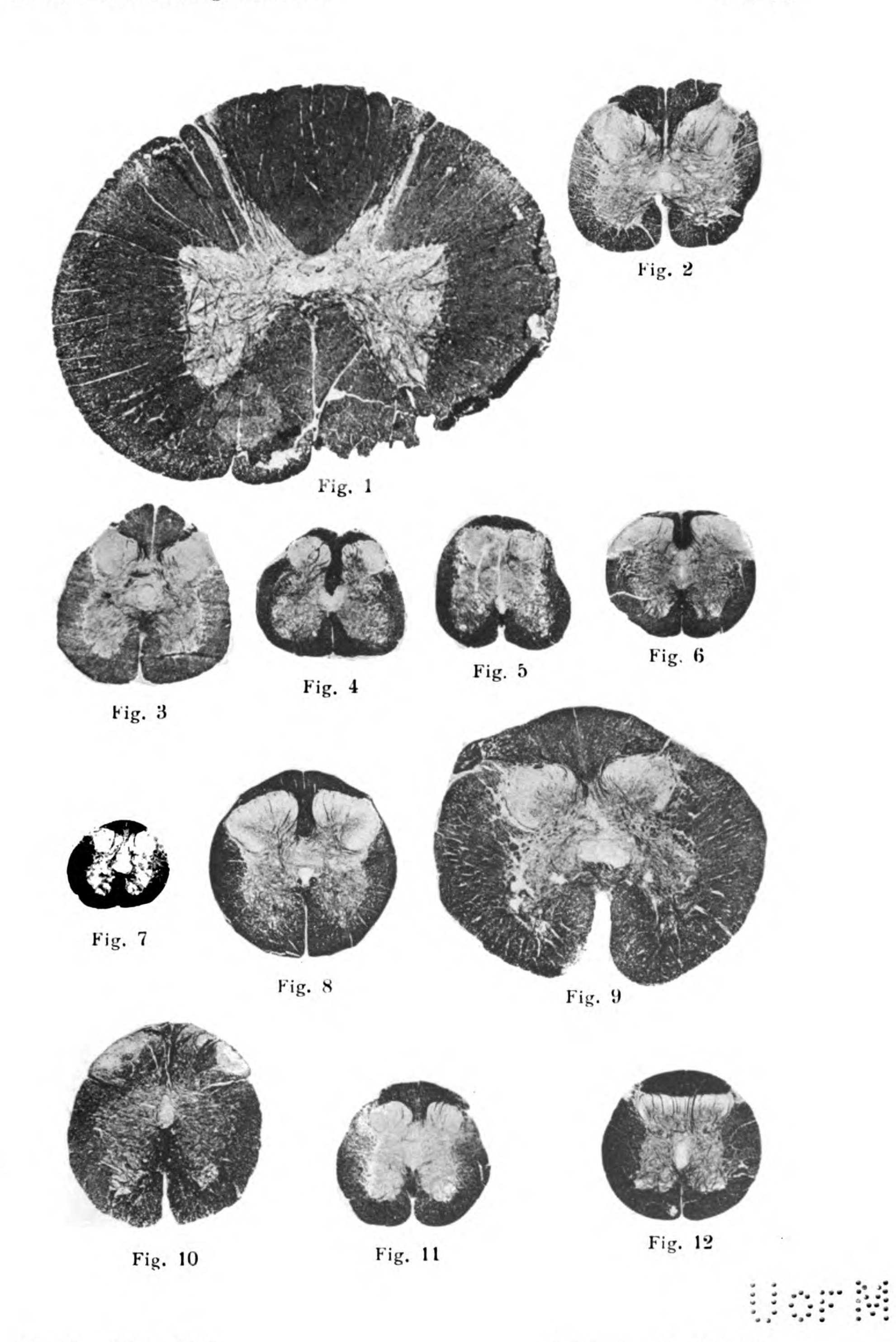


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

Fig. 10

Fig. 11

Fig. 12

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Verlag von Franz Deuticke in Leipzig und Wien.

Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Zentralorgane. Wien 1901.

Popper, Ein Marsupialier-Rückenmark. (Arbeiten aus dem neurolog. Institut an der Wiener Universität. Bd. XI.)

Rawitz, Das Rückenmark von Phocaena communis und das Cervicalmark von Balaenoptera rostrata. (Archiv für mikroskop. Anat. Bd. LXII, Heft I.)

E. Rosenzweig, Beiträge zur Kenntnis des feineren Baues der Substantia gelatinosa Rolandi des Rückenmarks. Inaug. Dissert. Berlin 1905.

Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie 1881, S. 345 bis 348.

Stöhr, Lehrbuch der Histologie 1903, S. 167.

H. Virchow, Über Zellen in der Substantia Rolando (nach Referat im neurol. Zentralblatt 1887, Bd. VI, S. 267 zitiert).

Waldeyer, Das Gorillarückenmark. 1898, S. 27, 125 bis 129, 99 bis 101.

C. Weigert, Beiträge zur Kenntnis der normalen menschlichen Neuroglia, (Abhandl. des Senkenbergschen Ges. Bd. XIX, Heft 2, 1897) S. 548.

Wiedersheim, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 6. Aufl. 1906.

Th. Ziehen, Zentralnervensystem. I. Teil. 1899, S. 142, 174, 175, 179, 196, 228.

Erklärung der Lichtdrucktafeln.

Taf. I. Mitte des Brustmarks. Fig. 1, Mensch; Fig. 2, Cynocephalus; Fig. 3, Pteropus; Fig. 4, Phoca; Fig. 5, Erinaceus; Fig. 6, Mus rattus; Fig. 7, Antilope; Fig. 8, Equus; Fig. 9, Dasypus. Taf. II, Fig. 1, Delphin (Mitte des Brustmarks). Taf. II, Conus terminalis; Fig. 2, Mensch; Fig. 3, Cynocephalus; Fig. 4, Pteropus; Fig. 5, Phoca; Fig. 6, Erinaceus; Fig. 7, Lepus cuniculus; Fig. 8, Antilope; Fig. 9, Equus; Fig. 10, Delphin; Fig. 11, Dasypus; Fig. 12, Phascolarctus.

Degenerationspathologische Befunde einiger Projektionsleitungen bei einem Falle von cerebraler Kinderlähmung.

(Symmetrische Herde in der Opercularregion mit konsekutiver Degeneration der Hörstrahlung, des sagittalen Occipitalmarkes und eines Teiles der Stirnhirnstrahlung nebst klinischen Bemerkungen über das Hörzentrum.)

Von

Dr. Rudolf Neurath.

(Mit 13 Abbildungen im Text.)

In der Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestandes des neurologischen Institutes (Bd. 16 dieser Mitteilungen) habe ich eine Reihe von Fällen beschrieben, in denen sich angeborene Herzaffektionen mit cerebralen Erkrankungen kombinierten. Der vierte Fall dieser Reihe kam zur Obduktion. Neben den Veränderungen am Herzen, Transposition der Aorta und der Pulmonalarterie, doppelte Anlage der oberen Hohlvene, fanden sich alte Herde im Gehirn, die ungefähr symmetrische Partien der Hemisphären betrafen. Die Lokalisation dieser Veränderungen im funktionell-lokalisatorisch bedeutungsvollen Gebiet um den Sylvischen Spalt, die Aussicht, den Fall eventuell für degenerationspathologische Studien verwerten zu können, veranlaßte mich, das Gehirn in Serienschnitten zu durchmustern. Tatsächlich ergaben sich Einzelheiten, deren Verfolgung und lokalisatorische Verwertung der vorliegenden Arbeit zugrunde liegen.

Ich möchte vorerst nochmals hervorheben, daß mir die ungefähr symmetrische Verteilung der Herde im Versorgungsgebiete der Arteria fossae Sylvii und der organische Herzfehler, der bei auch nur passageren Komplikationen irgendwelcher

Natur Störungen der Blutversorgung in peripheren Organen verursachen konnte, am ehesten für die embolische Natur der Hirnveränderungen zu sprechen schienen.

Franz L., $2^1/_2$ Jahre alt, aufgenommen 2. März, gestorben 14. März 1906. Das erstemal stand das Kind im Sommer 1904 in Beobachtung. Damals wurde folgendes erhoben:

Normale Geburt (3 *kg* schwer). Durch 8 Monate Brustkind. Jetzt 10 Monate alt, macht es keine Steh- und Gehversuche. Es hatte sofort nach der Geburt zyanotische Lippen- und Mundschleimhaut. Im 4. Monat begann das Kind zu husten und abzumagern, kein Fieber. Um diese Zeit etwa wurde Zyanose der Nägel und leichte Gelbfärbung der Haut bemerkt. Es kamen ungefähr 1- bis 2mal in der Woche Anfälle von tiefster Zyanose der Extremitäten und Schleimhäute vor, meist nach dem Schreien, die nur ganz kurz dauerten. Jetzt Abmagerung, Appetitlosigkeit, Obstipation. Das Kind spricht einige Worte, „Papa", „Mama", und verlangt die einfachsten Dinge.

Während der ersten Spitalsaufnahme wurde folgender Herzbefund erhoben: Herzgegend vorgewölbt, Herzdämpfung: oberer Rand der dritten Rippe — kleinfingerbreit außerhalb der linken Mammillarlinie — linker Sternalrand. Spitzenstoß außerhalb der Mammillarlinie 5. I. K. R. Über allen Ostien ein lautes systolisches, blasendes Geräusch, am lautesten an der Herzspitze. Zweiter Pulmonalton kaum akzentuiert (Diagnose: Pulmonalstenose, vielleicht mit Septumdefekt). Nach einigen Tagen stellte sich unerwartet eine linksseitige Hemiplegie ein, dabei konjugierte Deviation nach rechts. Mit der Hemiplegie, die ohne Fieber und Bewußtseinsverlust eingesetzt hatte und bald leicht spastisch geworden war, verließ das Kind das Spital.

Es lernte hernach zu, sprach aber wenig, hörte sicher gut. Bei der zweiten Aufnahme (2. März 1906) wurde folgendes erhoben:

Für sein Alter zurückgebliebenes Kind von schlechtem Ernährungszustand, leicht zyanotischem Kolorit des ganzen Körpers. Lippen tief zyanotisch, Endphalangen der Finger und Zehen verdickt. Nägel tief blau; Schädel hydrozephal. Strabismus conv. dexter. Linke obere Extremität mehr abgemagert als die rechte, wird im Ellbogengelenk leicht gebeugt gehalten. Hand volar flektiert und proniert. Finger können bewegt werden. Im Ellbogengelenk leichter, zu überwindender Spasmus. Linke untere Extremität dünner als rechts, ebenfalls hypertonisch. Die linksseitigen Sehnenreflexe beträchtlich gesteigert.

Rachenschleimhaut zyanostisch. Bronchitis. Hinten überall hauchender systolischer Herzton hörbar. Herzgegend stark vorgewölbt. Spitzenstoß leicht angedeutet, im 6. Interkostalraum außerhalb der linken Mammillarlinie sichtbar, als sehr kräftig fühlbar. Kein Frémissement tastbar. Im zweiten linken Interkostalraum deutlicher Klappenschluß zu fühlen. In der Magengrube ist der Herzstoß sicht- und fühlbar. Die Herzdämpfung reicht nach links zwei Querfinger über die Mammillarlinie, nach rechts in die rechte Parasternallinie, nach oben bis an den unteren Rand der ersten Rippe. Auskultatorisch findet sich an der Spitze ein langgezogenes systolisches Geräusch, welches bis in die Diastole sich fortzieht und ein deutlicher zweiter Ton.

Die Intensität des Geräusches nimmt gegen die Basis nicht zu. Zweiter Pulmonalton deutlich hörbar, doch nicht akzentuiert. Über der Aorta zwei dumpfe Töne. Das systolische Geräusch an beiden Karotiden, und zwar links stärker hörbar.

Die übrigen Organe boten nichts Bemerkenswertes. Das Kind starb an Pneumonie.

Obduktion: Beiderseits, dem hinteren Aste der Sylvischen Grube entsprechend finden sich die Meningen etwas verdickt; namentlich rechts die angrenzenden Gyri sehr verschmälert, gelblichweiß, zum Teil fast knorpelhart. Namentlich beiderseits die oberste Schläfenwindung, links eine dem Gyr. occipitotemp. und einem Teil der Occipitalfurchen entsprechende Partie; auf der rechten Seite ist das hinterste Ende der Sylvischen Furche fast cystisch verändert, indem hier die Meningen an einer guldenstückgroßen Fläche tief einsinken; rechterseits ist das hintere Ende beider Zentralwindungen, linkerseits der Gyrus angularis und paracentralis deutlich verändert. — Das Hirn selbst ziemlich groß, namentlich die Stirnanteile. Meningen im allgemeinen zart und reichlich injiziert. Gefäße an der Basis weit, zartwandig, normal angeordnet.

Herz vergrößert, namentlich rechter Ventrikel, rechter Vorhof, rechtes Herzohr. Linker Ventrikel verhältnismäßig klein, linkes Herzohr etwas erweitert, linker Vorhof beträchtlich ausgedehnt. Lungenvenen und Hohlvenen normal eingepflanzt, die Aorta anscheinend aus dem rechten, die Pulmonalarterie aus dem linken Ventrikel entspringend. Beide Gefäße fast mannsdaumendick. Peri- und Epicard sehr zart. Im linken Ventrikel reichlich schwarze Cruormassen. Im linken Vorhof sehr reichlich lockerer Cruor. Linker Ventrikel nur etwas erweitert, seine Wand dünn. Trabekeln und Papillarmuskeln auffallend dünn und schmal. Valv. mitralis zart und schlußfähig. Beim Aufschneiden des linken Vorhofes Eröffnung der unteren Hohlvene, indem dieselbe sozusagen um die Außenseite des linken Vorhofes zieht und etwas seitlich vom linken Herzohr den venösen Truncus aus der oberen Körperhälfte aufnimmt. Foramen ovale weit offen, in zwei annähernd gleichgroße, hellergroße Öffnungen geteilt. Lungenvenen anscheinend normal eingepflanzt. Beim Sondieren des linken arteriellen Ostium gelangt man in die schlaffe, weite Pulmonalarterie, beim Sondieren des rechten arteriellen Ostiums ohne weiteres in das als Aorta bezeichnete Gefäß, welches den normalen Verlauf der Aorta hat. Die Klappen derselben sind zart, die mittlere enthält zwei Coronarterienostien, die linke eine. Der rechte Ventrikel höchstgradig hypertrophisch, die Tricuspidalklappen normal gebildet, desgleichen der rechte Vorhof, von dem das doppelgefensterte Foramen ovale in den linken Vorhof führt. Die linke obere Hohlvene mündet in die sehr weite untere Hohlvene.

Obduktions-Diagnose: Transpositio aortae et art. pulmonalis cum hypertrophia excentrica cordis dextr. Vena cava superior duplex. Encephalomalacia sanata.

Das Gehirn und Rückenmark wurden durch Monate, anfangs in Müller-Formol, dann in Müllerscher Flüssigkeit gehärtet. Vor der Zer-

legung des Gehirns in Serienschnitte wurde das gehärtete Präparat makroskopisch untersucht und die sichtbaren Veränderungen notiert.

Es ergab sich:

Die obere Temporalwindung links ist von der Mitte angefangen auf ungefähr die Hälfte des Umfanges verschmächtigt. Am Durchschnitt zeigt sich, daß das ventrale Blatt annähernd normal entwickelt ist, daß die Markfasern ungefähr um die Hälfte verschmächtigt sind und daß das dorsale Blatt auf eine einfache Lamelle zusammengeschrumpft ist. Auf der anderen Seite ist diese Defektbildung noch weit hochgradiger, und zwar beginnt sie bereits am Temporalpol, an welchem die Windung ungefähr ein Drittel ihrer normalen Ausdehnung beträgt. Gegen die Mitte hin verschmächtigt sich diese derart, daß sie (makroskopisch) vollkommen zu verschwinden scheint; sie gewinnt dann nach hinten zu wieder etwas an Umfang, hauptsächlich auf Kosten des Marks, während das Grau völlig fehlt.

Gegenüber der unteren Temporalwindung sind auf der linken Seite die Windungen, sowohl die oberflächlichen, als die tiefen intakt, auf der rechten Seite dagegen läßt sich folgendes konstatieren:

Die Zentralfurche zieht fast vertikal an der äußeren Oberfläche gegen den Sylvischen Spalt, den sie nicht erreicht. Die vordere und hintere Zentralwindung sind nicht besonders gut entwickelt. Dagegen sind die obere und mittlere Stirnwindung anscheinend intakt. Die untere Stirnwindung jedoch setzt sich zusammen aus einem Konvolut kleiner Windungen, die von einer ziemlich dicken Piamasse überkleidet sind. Der Unterschied gegenüber der linken Seite tritt überaus scharf hervor. Ebenso zeigt sich ein Unterschied bei der Betrachtung der parietalen und occipitalen Region. Gegen die Mantelkante geringer werdend, zeigen sich dort die einzelnen Furchen des Lobulus parietalis superior gut entwickelt, während im Lobul. pariet. inf. sowohl der Gyrus supramarginalis als angularis nicht zu erkennen sind. Am Querschnitt zeigt sich, daß die Windungen nächst der Mantelkante intakt sind, daß aber schon ungefähr in der Mitte des Lobul. pariet. sup. bis herab zur mittleren Temporal. die Windungen sklerosiert sind, das Grau fast vollkommen fehlt, während eine den Markfasern ähnliche Substanz die Stelle der Windungen einnimmt.

Occipitallappen beiderseits anscheinend vollkommen intakt, während der Parietallappen der linken Seite in seinem hinteren basalen Anteile verändert ist.

Mikroskopischer Befund.

Die mikroskopische Untersuchung der größtenteils nach Weigert-Pal, zum Teil auch mit Csokorkarmin nachgefärbten, hie und da auch mit Hämalaun-Eosin gefärbten Schnitte ergab folgende Befunde:

In den vordersten Partien der beiden Stirnlappen (Fig. 1) ist die Faserung sowohl wie die Schichtung der Rinde, soweit eine Beurteilung überhaupt möglich ist, intakt.

Vielleicht kann das tiefere Mark auf der einen Seite als etwas intensiver blau gefärbt bezeichnet werden als auf der anderen (Tinktionsdifferenz?). Schwerere Veränderungen finden sich in der Pia und an den Gefäßen. Die erstere

zeigt allenthalben das Bild der chronischen Meningitis, besser gesagt, einer ausgeheilten Meningitis. Es findet sich eine bis 1 *mm* breite Auflagerung auf der Rinde, die aus derbem Bindegewebe mit zahlreichen eingestreuten Kernen besteht. Die Gefäße in diesem Gewebe sind überaus zahlreich, strotzend mit Blut gefüllt, alle erweitert. Auch im Innern der Rinde tritt die Hyperaemie in den Vordergrund und einzelne Gefäße mit zarter Wand zeigen eine aneurysmatische Erweiterung.

Die erwähnte Aufhellung des Marks bleibt in den mittleren Partien des Stirnhirns erhalten, ist ziemlich diffus, kommt jedoch hauptsächlich in den zentralen Regionen zum Ausdruck.

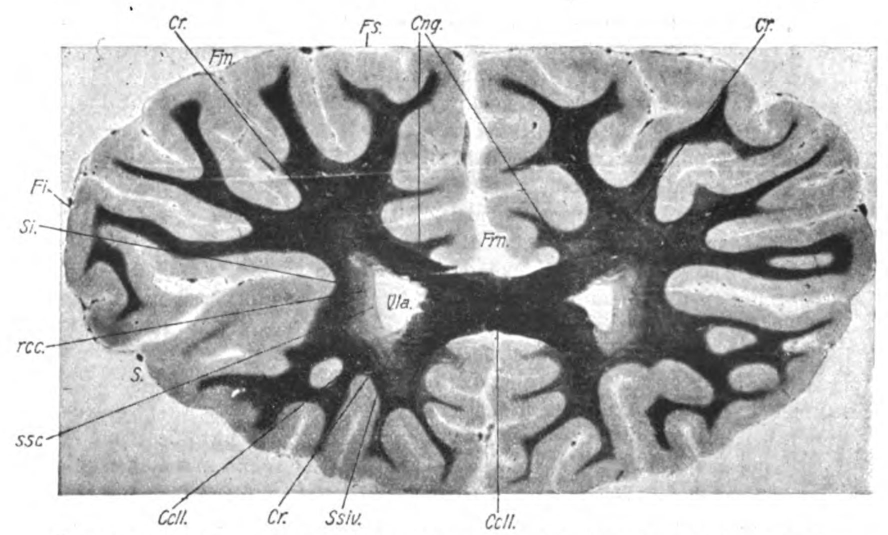


Fig. 1. *Ccll.* Corp. callosum; *Cng.* Cingulum; *Cr.* Corona radiata; *Fs.* Gyr. frontalis sup.; *Fi.* Gyr. frontalis inferior; *Fm.* Gyr. frontalis medius; *Frn.* Gyrus fornicatus; *rcc.* fronto-occipitales (retikuliertes kortiko-kaudales) Bündel; *Si.* Stratum sag. internum; *Ssiv.* Stratum sagittale int. ventrale; *ssc.* Stratum subcallosum.

Im Stirnlappen vor Beginn des Balkens läßt sich eine Gleichheit beider Seiten in bezug auf Markgehalt erkennen.

Es zeigt sich ferner das Mark der oberen Stirnwindung, aber auch das der anderen Stirnwindungen in den tieferen Teilen von weiten Gefäßen durchsetzt. Diese lassen stellenweise aneurysmatischen Charakter erkennen, indem sie sich als Querschnitte spindeliger Auftreibungen der Gefäße erweisen; oder man sieht Längsschnitte ziemlich weiter Gefäße, die plötzlich in beträchtlich engere übergehen.

Bis zum Vorderhorn des Seitenventrikels vor dem Auftreten des Nucl. caud. läßt sich weder in der Faserung der Corona radiata noch in der des Balkens, noch in den Fasern, welche als Fasciculus nucl. caudati und reti-

kuliertes kortiko-kaudales Bündel Bezeichnung fanden, irgendeine wesentliche Differenz der beiden Seiten erkennen. Dasselbe gilt für die Faserungen,

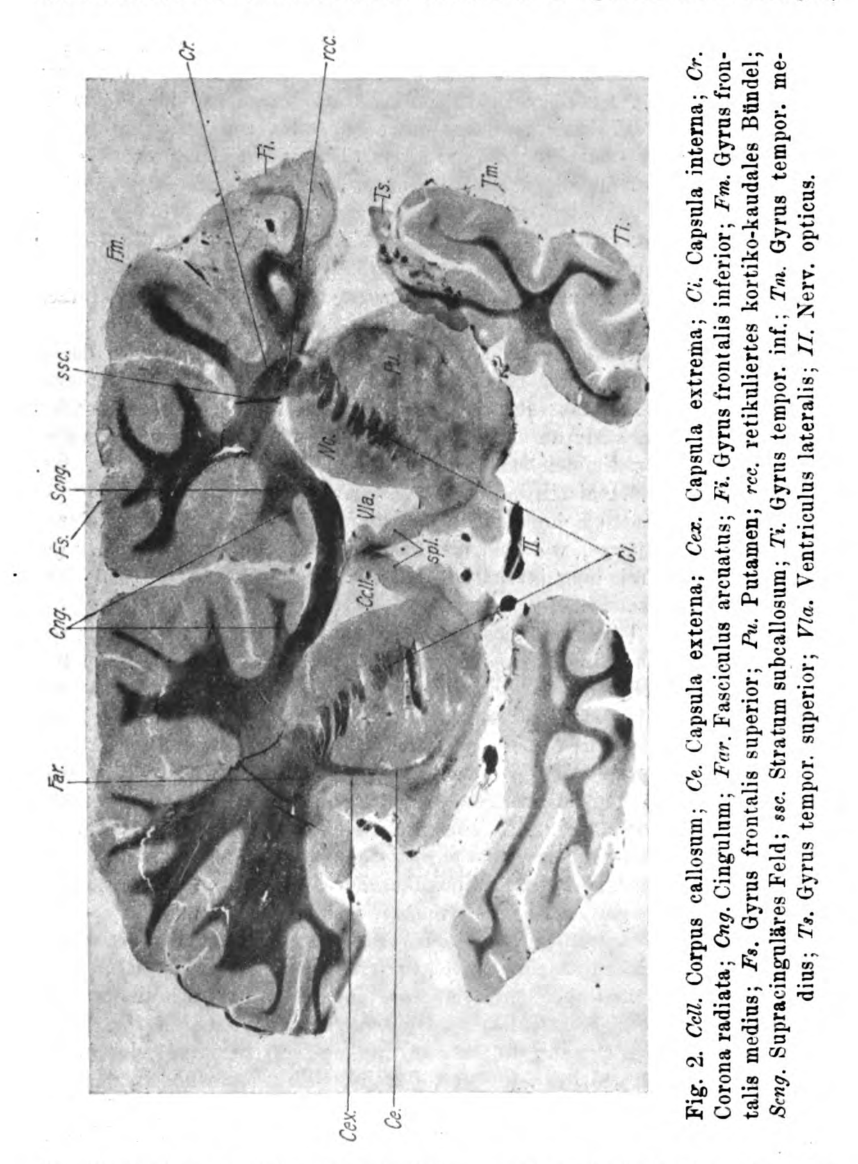


Fig. 2. *Ccll.* Corpus callosum; *Ce.* Capsula externa; *Cex.* Capsula extrema; *Ci.* Capsula interna; *Cr.* Corona radiata; *Cng.* Cingulum; *Far.* Fasciculus arcuatus; *Fi.* Gyrus frontalis inferior; *Fm.* Gyrus frontalis medius; *Fs.* Gyrus frontalis superior; *Pu.* Putamen; *rcc.* retikuliertes kortiko-kaudales Bündel; *Scng.* Supracinguläres Feld; *ssc.* Stratum subcallosum; *Ti.* Gyrus tempor. inf.; *Tm.* Gyrus tempor. medius; *Ts.* Gyrus tempor. superior; *Vla.* Ventriculus lateralis; *II.* Nerv. opticus.

die allenthalben sowohl rechts wie links gut tingiert sind und auch in der Rinde keine Abweichung von der Norm zeigen. Die Pia ist gleich der der vorderen Partien verändert.

Beim ersten Auftreten der vorderen Zentralwindung (Fig. 2 etwas oral von dem beschriebenen Schnitt), im Querschnitt der rechten Seite ist das Gewebe dieser Windung reich vaskularisiert und zeigt stellenweise Dehiszenzen, wie wenn das Gewebe in größere Abschnitte zerfiele. Diese Veränderung findet sich in den hinteren Partien derselben Windung nicht mit derselben Deutlichkeit. Statt dessen ist eine fleckweise Sklerosierung der Windung derart aufgetreten, daß nur ganz wenige Reste derselben normalen Charakter zeigen. Am stärksten ist der Prozeß jedoch in den oberen Inselwindungen ausgesprochen, nur die unterste ist gänzlich verschont. Trotzdem hat das Mark der Windungen eigentlich nur unwesentlich gelitten. Die ganze Seite ist reich vaskularisiert, die Gefäße strotzend mit Blut gefüllt. Der operkulare Teil des Stirnlappens ist an dieser Stelle derart verändert, daß der Kortex bis zum Markstrahl einfach fehlt.

Von den Inselwindungen sind hauptsächlich die zweite von dorsoventralwärts zerstört, die übrigen zeigen eigentlich nur geringe Veränderungen. Von der Markfaserung ist nur jener Teil der Capsula ext. unterbrochen, der dorsalwärts an die Caps. int. stößt, um mit diesen Fasern in den Markstrahl der tiefsten Stirnwindung zu ziehen. Von der Caps. int. sind demnach die dorsalsten lateralsten Teile zerstört.

In den nächsten Schnitten ist die wesentliche Läsion im operkularen Anteil des Stirnlappens, während die Insel bis auf minimale Teile der genannten zweiten Windung intakt ist, nur die starke Hyperaemie läßt ihre Mitbeteiligung erkennen.

Der Prozeß lokalisiert sich beim Fortschreiten occipitalwärts um die Sylvische Furche; in erster Linie ist das Operculum frontale betroffen mit den benachbarten Partien der vorderen Zentralwindung; wiederum geht der Prozeß im operkularen Teile bis zur Markstrahlung, die er zum größten Teil schont. Dem Verlauf dieses Markstrahls folgend, greift der Prozeß dann auf die dorsalen Inselwindungen über, hier einerseits nur bis zur Caps. ext. reichend, während ventralwärts bei der dritten Inselwindung die Verhältnisse sich der Norm nähern. Außerdem ist die oberste Spitze der Temporalis sup. am Eingang in die Sylvische Grube gleichfalls komplett sklerosiert. Der übrige Teil der genannten Windung aber zeigt sowohl in der Rinde wie im Mark keinerlei Abweichung von der Norm.

Das Operculum frontale ist beim Weiterschreiten kaudalwärts weiter sklerosiert, desgleichen die Insel; die Markstrahlen erscheinen jetzt schon heller, der Prozeß in der oberen Temporalwindung greift gleichfalls weiter; in der Caps. int. noch keine zirkumskripte Aufhellung.

Die Narbe wird, wenn wir kaudalwärts weiter schreiten, lockerer, die Insel ist bis zur Capsula ext. in ihren oberen Teilen verschwunden, in ihren unteren Teilen partiell erhalten. Der Temporallappen ist weiter gegen die Tiefe der Sylvischen Grube verändert. Dort, wo die vordere Kommissur deutlicher in Erscheinung tritt, greift der Prozeß bis fast an die Basis der beginnenden Substantia perforata ant. und schont die operkularen Anteile des Stirn- und Temporalhirns, letztere nur am Eingang in die Sylvische Grube, nicht. — In den folgenden Schnitten wird die Narbe dehiszenter.

Auf der Höhe der vorderen Kommissur hat der Prozeß an Ausbreitung derart gewonnen, daß nun die gesamte operkulare Frontalwindung bis zum Markstrahl in eine dehiszente Narbe umgewandelt ist. Ein gleiches gilt für die Inselwindungen. Die Capsula ext. ist jedoch geschont, desgleichen der angrenzende Teil des Claustrum. Die Narbe reicht in ihren oberen Teilen bis zur Balkenstrahlung nach innen, in ihren unteren Teil bis an die Subst. perf. ant. Auch die obere Temporalwindung ist bis zur Hälfte in eine dichte Narbe umgewandelt, zur anderen Hälfte im operkularen Teil vollkommen atrophisch. Ein gleiches gilt für den Markstrahl dieser Windung.

Beim ersten Auftreten des Nucl. ant. thalami bleibt das Verhalten der dorsalen Partien im Gebiet der Narbe nahezu das gleiche. Ein feiner Faserzug zieht aus der Capsula int. quer durch die Narbe gegen den Frontallappen hin. Die Capsula ext. und die anderen anstoßenden Systeme sind völlig intakt. Ventral greift der Prozeß auf jene Stellen über, die von Déjèrine als Fasciculus uncinatus bezeichnet werden. Die obere Temporalwindung ist bis über die Mitte hin atrophisch, von da ab ist nur eine schmale Leiste des operkularen Teiles vorhanden, während der diesem abgewendete Part verschmächtigt erscheint. Auch von der mittleren Temporalwindung ist eine kleine Stelle der dorsalen Kortexpartie sklerotisch. Die lateralen Teile des Balkens zeigen auf der rechten Seite eine Aufhellung. Diese wird kaudalwärts größer und schreitet gegen die Mittellinie hin vorwärts.

Noch weiter kaudal ist die gesamte Begrenzung der Sylvischen Furche narbig umgewandelt. Dorsal reicht die Narbe bis zum dicken Markstrahl der hinteren Zentralwindung, medial ist die äußere Kapsel in ihrem mittleren Anteil zerstört; dorsal geht von der äußeren Kapsel ein Faserzug in den Markstrahl der Zentralwindung, ein anderer medialwärts. Ventral ist die obere Temporalwindung jetzt bis auf eine geringe Partie an ihrer Basis komplett narbig umgewandelt, es fehlt jede Faserung. Auch der Übergang zur mittleren zeigt eine narbige Veränderung. Die Narbe greift auf den Fasciculus uncinatus (Déjèrine) über, läßt aber die Commissura anterior frei. — Es greifen einige degenerierte Streifen in die Mitte des Balkens hinein, so daß das faserreiche Gebiet wie von Narbensträngen durchsetzt erscheint.

Gegen die Mitte des Thalamus hin wird der Prozeß ausgedehnter. Es ist nun der größte Teil des Markstrahles der hinteren Zentralwindung zerstört. Die ganze äußere Kapsel und jene Fasern der inneren Kapsel, die gegen den Markstrahl hinziehen, aber auch das Putamen des Linsenkerns ist in den äußeren Teilen zerstört. Die ganze obere Temporalwindung ist sklerotisch und die Narbe schneidet tief ins Mark der Zentralwindungen gegen die Fasern, die sich beim Ventrikelbeginn um diesen herum formieren. Der Balken erscheint jetzt gegen die Mitte noch mehr aufgehellt und auch auf der linken Seite zeigen sich deutlich marklose Schichten.

In den nächsten Schnitten sind beide Seiten des Balkens aufgehellt und nur in der Mitte finden sich Fasern. Auch die Balkenstrahlungen gegen die Rinde hin fehlen fast vollständig. Von der Corona radiata ist in der Tiefe ein ziemlich dichtes Faserwerk vorhanden. Die Markstrahlen selbst sind, je näher dem Herde, desto lichter. Immerhin ist das tiefe Mark

rechts besser tingiert als links. Auffällig gut erhalten ist rechts das retikulierte kortiko-kaudale Bündel. Es zieht innen vom Nucl. caud. vertikal aufwärts, biegt dann lateral und dorsal vom Balken medialwärts und läßt sich bis an das Cingulum hin verfolgen. Dasselbe findet sich auch links, doch ist hier das retikulierte Bündel etwas schmächtiger. — Das Operculum parietale ist zerstört, die Windung zeigt nur einen zarten Marksaum und etwas dorsale Rinde. Der Markstrahl der darüber befindlichen Windung ist gleichfalls zur Hälfte zerstört und die Sklerose schneidet die Corona radiata fast bis zum Stratum sagittale int. durch. Desgleichen ist alles bis auf das Putamen zerstört, letzteres in seinen äußeren Teilen gleichfalls zerstört.

Ventral nimmt der Herd die dorsalen Teile der Hörstrahlung die ganze obere Temporalwindung inklusive der in der Tiefe befindlichen Temporalwindungen und von der mittleren das dorsal befindliche Grau samt einem großen Teil des Markes weg. Das Stratum sagittale ext. zeigt sich vollkommen intakt. Links finden sich bezüglich dieses Faserzugs die gleichen Verhältnisse. Vor dem äußeren Blatt des Putamen strahlt ein doppelter Zug von Fasern gegen das retikulierte Bündel. Dieses ist genau so intakt wie früher und läßt sich an das scharf vortretende Cingulum verfolgen. Der Herd nimmt fast die Hälfte des Marks der Windungen weg. Ventral ist wiederum auffällig die gute Entwicklung des Fasc. longit. inf. (Strat. sag ext.), während die knapp darüber gelegene Strahlung aus dem Temporallappen komplett fehlt. Die obere Temporalwindung ist total zerstört, von der mittleren der der oberen gegenüber gelegene Teil, insbesondere im Grau. Der Balken ist ganz blaß und zeigt auch seitlich nicht die bekannten strahlenförmigen Ausläufer. Auf der linken Seite zeigt sich eine Sklerose der oberen Temporalwindung derart, daß die gesamte Rinde verschmächtigt ist, der Markstrahl wohl vorhanden, aber die Ganglienzellen überaus spärlich sich finden; dies hauptsächlich in den der Sylvi'schen Furche nahegelegenen Partien und im peripheren Abschnitt der Windungen. Auch das Grau des Operculum Rolandicum ist verschmächtigt, die Insel aber intakt. Auf dieser Seite ist die Faserung des Temporallappens sehr blaß gefärbt, und auch die des retikulierten Feldes weniger gut gefärbt als auf der anderen Seite.

Einige Schnitte kaudalwärts ist durch die Narbe die rechte Seite in toto wesentlich verschmächtigt, ohne daß die einzelnen Markstrahlungen und vorhandenen Windungen einen Unterschied gegenüber der linken Seite erkennen lassen. Die Konfiguration der operkularen Gegend hat sich nicht geändert. Die Temporalis profunda tritt jetzt deutlich als komplett atrophische Windung hervor. Das Putamen ist bis auf den ventralen Teil zerstört. Der Balken zeigt wiederum nur in der Mitte eine deutliche Faserung.

Auf der linken Seite finden sich im Balken und lateral von diesem kleine sklerotische Plaques mit cystischer Erweichung. Dieser Prozeß zerstört den Balken nur partiell, seine Strahlung aber komplett und nimmt den dorsalsten Teil des retikulierten Bündels weg, so, daß dessen Strahlung gegen das Cingulum hin fehlt. Außerdem fehlt das Cingulum, das durch eine Narbe ersetzt ist. Der Gyrus fornicatus ist verschmächtigt. Die Corona radiata ist im Gegensatz zur rechten Seite sonst gut entwickelt. Die erste

Temporalwindung ist wieder in den peripheren und dorsalen Teilen atrophisch.

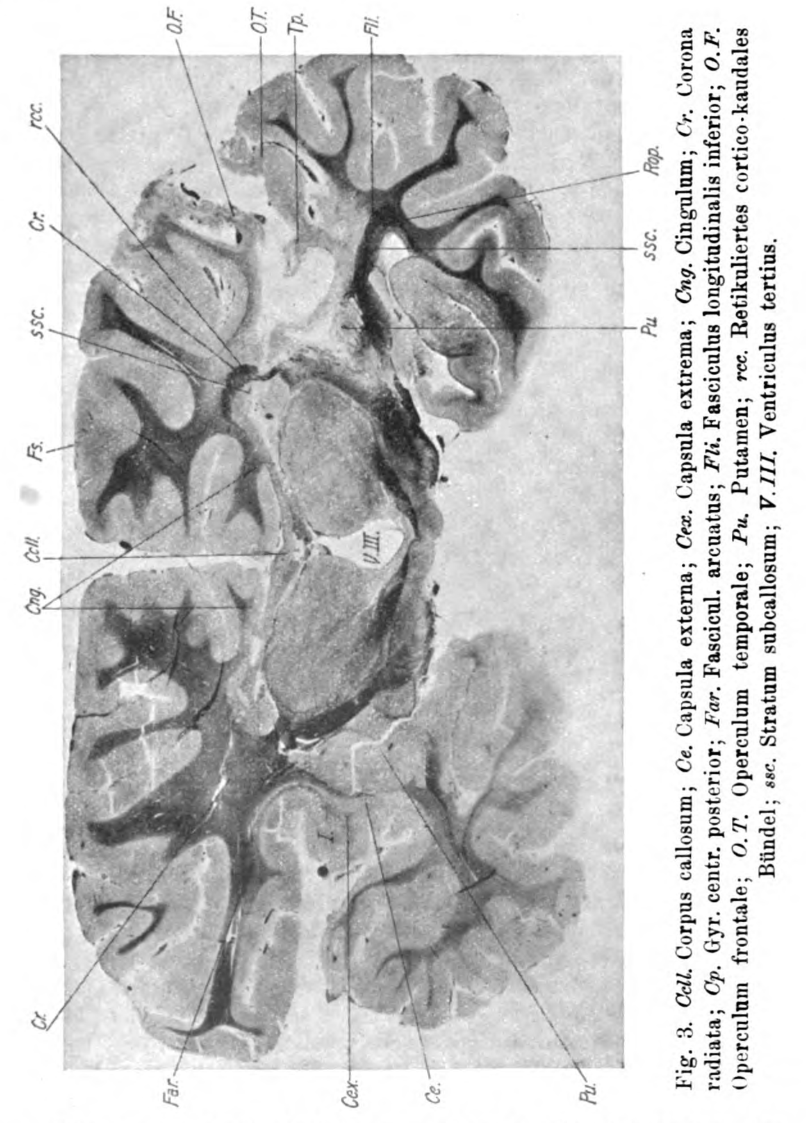


Fig. 3. *Ccll.* Corpus callosum; *Ce.* Capsula externa; *Cex.* Capsula extrema; *Cng.* Cingulum; *Cr.* Corona radiata; *Cp.* Gyr. centr. posterior; *Far.* Fascicul. arcuatus; *Fli.* Fasciculus longitudinalis inferior; *O.F.* Operculum frontale; *O.T.* Operculum temporale; *Pu.* Putamen; *rcc.* Retikuliertes cortico-kaudales Bündel; *ssc.* Stratum subcallosum; *V.III.* Ventriculus tertius.

Die um den Ventrikel herumziehenden Bündel sind in den nächsten Schnitten normal.

In der operkularen Gegend (Fig. 3) ist nichts geändert, nur daß dorsal der Herd jetzt alles lateral vom Nucl. caudat. zerstört, bis auf einen schmalen

Faserzug; die Strahlung aus dem retikulierten Feld gegen das Cingulum hat aber dabei gar nicht gelitten. Auf der linken Seite sind die Verhältnisse analog dem oben geschilderten Schnitt, nur daß die Atrophie der oberen Temporalwindung jetzt höhergradig ist. Die Bündel um das Unterhorn sind rechts sehr gut und mächtig entwickelt, links scheinen sie zarter (Tinktionsdifferenz).

Die Fasern lateral vom Nucl. caudat. in den nächsten, wie in den früheren Schnitten. Man kann jetzt im retikulierten Feld (Fig. 4) zwei Abteilungen unterscheiden. Eine mit Fasern, die ventral aus dem Kapselgebiet stammen und dorsal ziehen; diese sind lateral abgeschnitten, nur ihre dorsalsten gelangen in das Gebiet der Fasern, welche gegen das Cingulum hin ziehen. Der Balken zeigt auf der rechten Seite seine Strahlungen deutlich, links

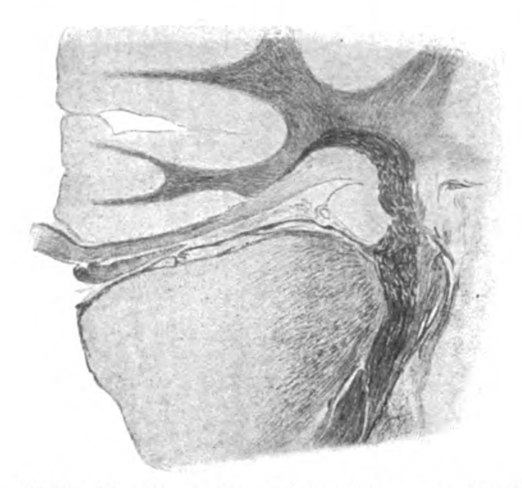


Fig. 4. Detail aus Fig. 5 zur Darstellung des cortico-kaudalen Bündels.

dagegen nur die Strahlungen der Corona radiata gut hervortretend. Auch hier sind neben dem Nucl. caud. zwei getrennte Bündel zu erkennen, eines, das aus dem retikulierten Feld stammt, ein anderes, durch eine schmale Zone von diesem getrennt, aus der Corona radiata. Beide nehmen den gleichen Weg. Die Atrophie der rechten Temporalwindung schreitet vor. Desgleichen findet sich Atrophie in den Windungen des dorsalen Operkulum, aber nur in den äußersten Randpartien. — Die Faserung um den Ventrikel ist besonders auf der rechten Seite mächtig entwickelt. Man kann hier die bekannten vier Schichten unterscheiden: das Tapetum, die Radiatio optica, den Fascic. longit. inf. (Strat. sag. ext.) und ein außen von diesem gelegenes Gebiet feiner Fasern. Auf der linken Seite ist die Bildung dieser Systeme nicht so deutlich zu übersehen.

Das ganze operkulare Gebiet auf der rechten Seite ist in den folgenden Schnitten narbig umgewandelt. Von der Temporalis sup. ist nur eine Silhouette

vorhanden. Die Temp. profunda ist komplett sklerosiert, die Temp. media in ihren dorsalen Teilen.* In der Inselgegend reicht der Herd bis gegen die

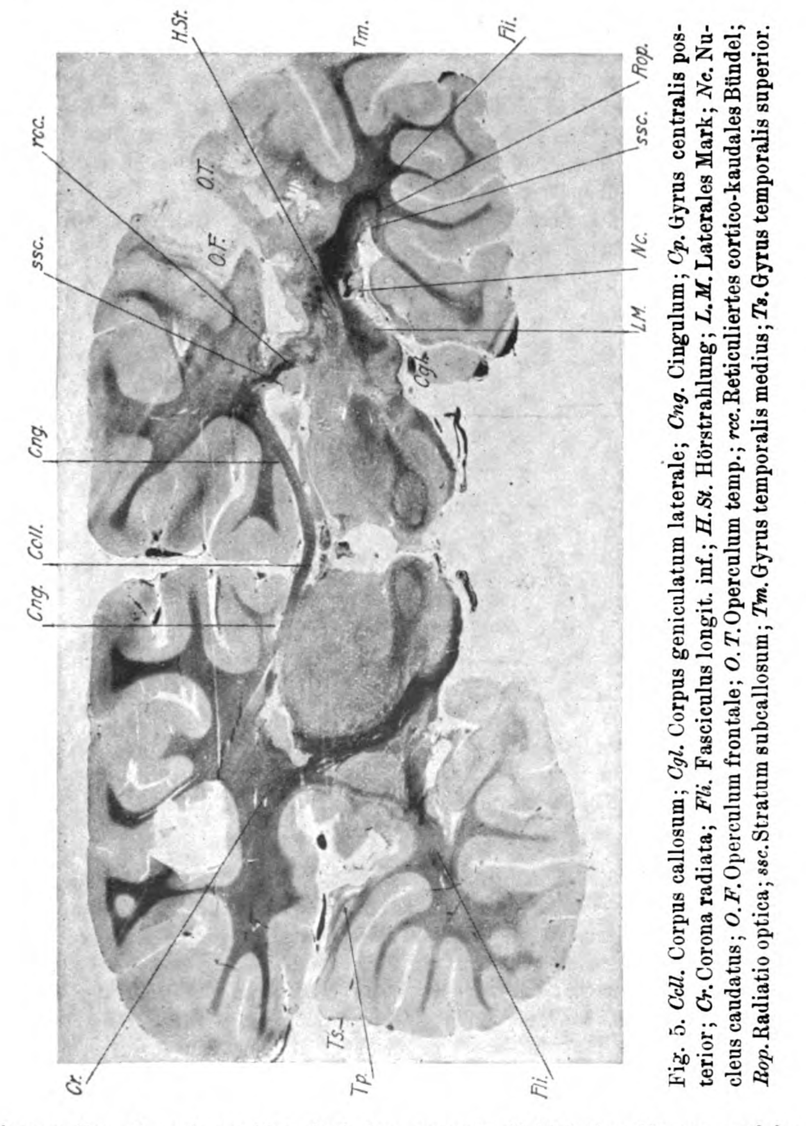


Fig. 5. *Ccll.* Corpus callosum; *Cgl.* Corpus geniculatum laterale; *Cng.* Cingulum; *Cp.* Gyrus centralis posterior; *Cr.* Corona radiata; *Fli.* Fasciculus longit. inf.; *H. St.* Hörstrahlung; *L. M.* Laterales Mark; *Nc.* Nucleus caudatus; *O. F.* Operculum frontale; *O. T.* Operculum temp.; *rcc.* Reticuliertes cortico-kaudales Bündel; *Rop.* Radiatio optica; *ssc.* Stratum subcallosum; *Tm.* Gyrus temporalis medius; *Ts.* Gyrus temporalis superior.

innere Kapsel und zerstört dort das gesamte Gebiet der Fasern, welche oberhalb vom Corpus geniculatum gelegen sind, bis auf einen schmalen Rest. Der Fascic. long. inf., die Sehstrahlung, das Tapetum sind intakt, nur ist der Fascic. long. inf. in seiner oberen Partie wie abgeschnitten. Die

innere Kapsel fehlt, wie erwähnt, bis auf den pedunkularen Teil, nur ein paar Fasern lateral vom Nucl. caudat. sind intakt. Der Balken hat wieder ziemlich normale Färbung, nur links ist er in den lateralsten Teilen etwas defekt. Links zeigt sich eine Atrophie im Gebiete der Temp. sup. und Temp. profunda.

In den nächsten Schnitten (Fig. 5) sind Fascic. long. inf. und Radiatio optica links sehr spärlich entwickelt. Gegen das letzte Ende des Pulvinar hin zeigt sich, daß die Strahlungen um den Ventrikel (Stratum sagittale int. und ext.) nur partiell erhalten sind, soweit sie im Gebiet der sklerotischen Rindenpartien liegen.

Durch einen Defekt im Präparate sind die beiden Hälften auseinandergefallen und sollen im folgenden isoliert beschrieben werden.

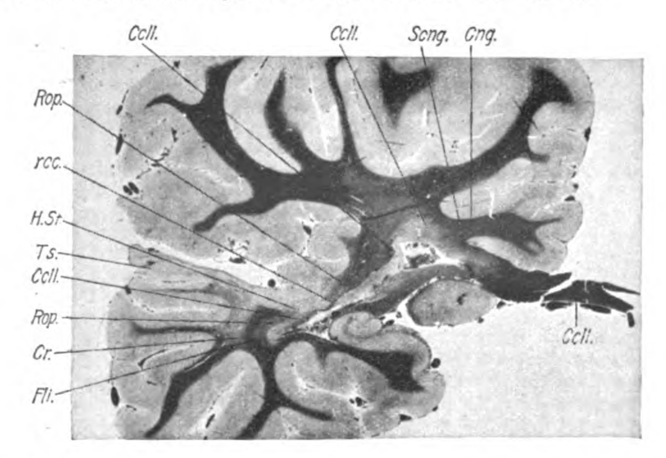


Fig. 6. *Ccll.* Corpus callosum; *Cng.* Cingulum; *Cr.* Corona radiata; *Fli.* Fasciculus longitudinalis inf.; *H.St.* Hörstrahlung; *rcc.* Reticuliertes corticokaudales Bündel; *Rop.* Radiatio optica; *Scng.* Supracinguläres Feld; *Ts.* Gyr. tempor. sup.

Wenn wir die Schnitte der linken Seite weiter kaudalwärts verfolgen, so zeigt sich: Die Temp. sup. sehr atrophisch, während die Insel und die Temp. transversa relativ gut erhalten sind. Das sklerotische Gebiet schädigt nicht die Strahlung um den Ventrikel, auch die Strahlung aus dem Thalamus ist vollkommen normal. Nur in der direkten Fortsetzung der Temp. sup., dorsal vom Fascic. longit. inf. zeigt sich eine Aufhellung, die durch den retrolentikulären Teil der inneren Kapsel gegen den Thalamus hin dorsal vom Nucl. caud.-Schwanz zieht. Letztere bleibt auch dort noch bestehen, wo das Seitenhorn des Ventrikels ins Unterhorn übergeht. — Die Corona radiata der Windungen, welche dorsal von der Sylvischen Furche gelegen sind, sind allenthalben gut entwickelt; es zeigt sich auch hier eine Strahlung, die aus dem Gebiet der inneren Kapsel stammt, um den Balken hervor medialwärts zieht und im Gyrus fornicatus verschwindet. Das Cingulum ist gut ent-

wickelt, desgleichen das retikulierte cortico-kaudale Bündel, das durch seine tiefdunkle Färbung besonders hervortritt.

Die Zweiteilung der Strata um den Ventrikel (Fig. 6) tritt noch deutlicher hervor, das retikulierte cortico-kaudale Bündel sehr gut entwickelt, weniger die ventral vom Nucl. caud. gelegenen Systeme, insbesondere auch das Tapetum. Cingulum sehr gut entwickelt.

Auf einem Schnitt hinter dem Thalamus, dort, wo das Seitenhorn ins Unterhorn übergeht, ist die sklerosierte Partie der Rinde kleiner. Es treten jetzt die um die Sylvische Grube gelegenen Furchen dorsal in normaler Anordnung

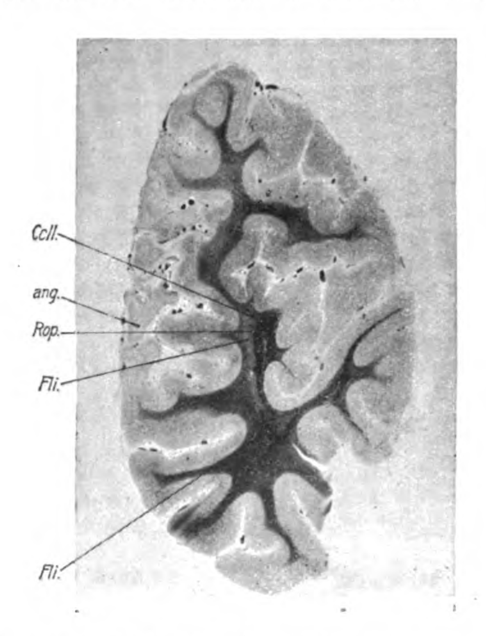


Fig. 7. *ang.* Gyrus angularis; *Ccll.* Corpus callosum; *Fli.* Fasciculus longit. inferior; *Rop.* Radiatio optica.

hervor, ventral ist die Temp. sup. noch völlig sklerotisch. Gleichzeitig greift der sklerotische Prozeß in die Strata um den Ventrikel und durchbricht sie in der Höhe der oberen Temporalwindung komplett. Der Fascicul. long. inf. und die Radiatio optica sind ventral von dieser Durchbrechung, gleich dem perpendikulären Bündel Wernickes, intakt. Dorsal davon zeigen beide Bündel eine Verschmächtigung. Das Corpus callosum ist in den lateralen Partien aufgehellt. Das Tapetum unter den Straten zeigt gleichfalls eine Aufhellung. Medial ist die Spleniumstrahlung gut entwickelt.

In den folgenden Schnitten ist die lateral den Ventrikel umsäumende Partie blaß, die mediale gut gefärbt. Die Unterbrechung in den Straten besteht wie vordem.

Gegen das Ende der Temporalis sup. zeigt sich der untere Abschnitt des Gyrus angularis leicht sklerosiert, die Hälfte seines Markstrahles ungefähr ist zerstört, von dem Stratum sagittale externum und internum ist lateral nur der ventrale Teil intakt. Ein Teil, etwa $^3/_4$ *cm* hoch, fehlt vollkommen, der darüber befindliche ist wenig gut entwickelt. Die Balkenstrahlung ist bis auf minimale Faserreste vorhanden (Fig. 8 und 9).

Wenn wir weiter kaudalwärts gehen, finden wir den Gyrus angularis komplett atrophisch (Fig. 7), das Stratum sagittale ext. in seinen dorsalen Partien fehlend, dagegen das Stratum sagittale int. fast normal erhalten, die Balkenstrahlung desgleichen. Vom Ventikel kein Lumen sichtbar. Die

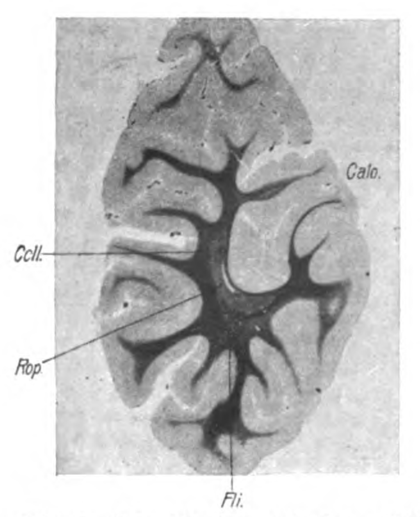


Fig. 8. *Calc.* Fissura calcarina; *Ccll.* Corpus callosum; *Fli.* Fasciculus longit. inf.; *Rop.* Radiatio optica.

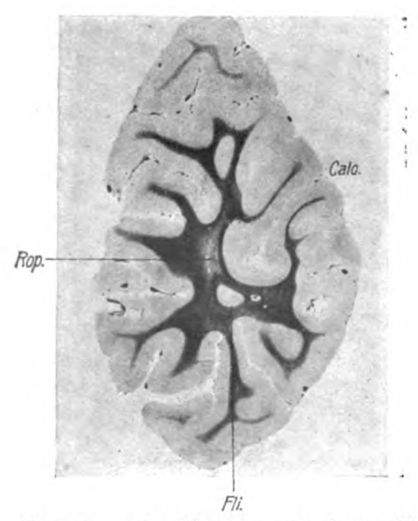


Fig. 9. *Calc.* Fissura calcarina; *Fli.* Fasciculus longitudinalis inferior; *Rop.* Radiatio optica.

dorsale Partie dieses Gebietes zeigt die Corona radiata mangelhaft gefärbt. Bezüglich Calcarina gilt das für die rechte Seite Konstatierte.

Rechte Seite:

Die Atrophie des operkularen Gebietes hat sich noch wenig geändert (Fig. 10), vielleicht daß die Silhouette des Markstrahles des Tempor. sup. deutlicher hervortritt. Die Fasersysteme um den Ventrikel herum sind im sklerotischen Gebiete wie abgeschnitten. Die intakten Teile lassen keine deutliche Änderung erkennen. Die Corona radiata, soweit sie sichtbar ist, zeigt ebenso, wie das Corpus callosum Aufhellungen.

In den nächsten Schnitten ist die Temp. sup. in ihrem letzten Ausläufer etwas besser erhalten als früher, dagegen das gesamte darüber befindliche Rindengebiet sklerosiert. Es betrifft dies das gesamte untere Scheitelläppchen; dementsprechend findet sich auch die Balkenstrahlnng in den lateralen

Partien vollkommen aufgehellt, während die sagittalen Strata keinen wesentlichen Unterschied erkennen lassen. Auch das Cingulum ist der Norm nahe.

Man kann deutlich kaudalwärts davon erkennen, daß die sagittalen Strata knapp unterhalb der Temp. sup., die einen mächtigen Markstrahl erkennen läßt, schwer degeneriert sind, eine Degeneration, die sich bis zum Balkensplenium erstreckt.

Der Prozeß reduziert sich weiterhin stark (Fig. 11). Es ist nur am Lobul. pariet. inf. eine Reihe von Windungen, aber inkomplett, ausgefallen. Es zeigt sich nun, daß der Balken relativ am wenigsten gelitten hat, daß Radiatio optica und Fasciculus long. inf. dagegen in der Partie lateral vom Balkensplenium komplett fehlen. — Ein gleiches macht sich auf den folgenden Schnitten bemerkbar.

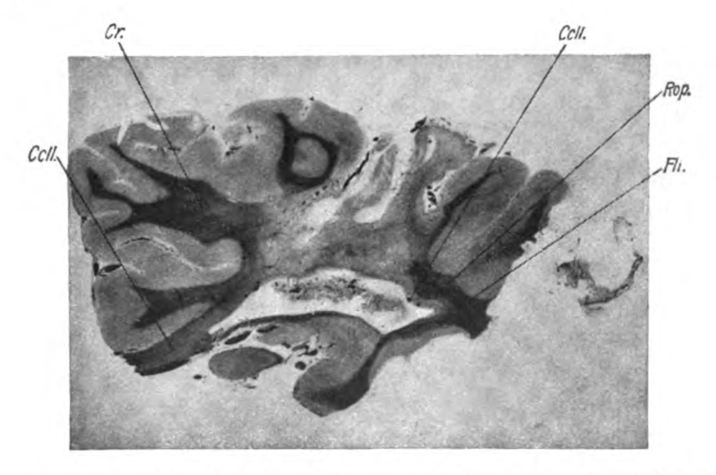


Fig. 10. *Ccll.* Corpus callosum; *Cr.* Corona radiata; *Fli.* Fasciculus longitudinalis inf.; *Rop.* Radiatio optica.

Noch weiter hinten ist die Balkentapete besser entwickelt als früher. Stratum sagittale ext. und int. sind nur in den ventralsten Partien intakt und fehlen in der Mitte fast gänzlich, doch so, daß von dem Stratum sagittale int. noch ziemlich reichliche Fasern vorhanden sind, während vom Stratum sagittale ext. keine Fasern mehr sichtbar sind. Der Gyrus angularis ist ein wenig aufgehellt. Die Rinde ist partiell sklerosiert, das Mark beginnt allmählich wieder dichter zu werden.

Beim Fortschreiten nach rückwärts (Fig. 12) tritt die Faserung im Stratum sagittale int. innen deutlicher hervor, während sie im Stratum sagittale ext. in jener Partie, welche defekt erscheint, fehlt. Dieses gilt nur für die Querfasern, es strahlen jedoch aus dem affizierten Gebiet zarte längsgetroffene Fasern durch das Stratum sagittale ext. gegen das Tapetum hin.

Weiters zeigt die Calcarina normales Verhalten, wenigstens lassen sich auffällige Differenzen in der Rindenstruktur nicht erkennen, nur

in der oberen Lippe ist der Markstrahl sehr dünn, auch in der unteren Lippe erscheint er nicht besonders breit. — Beim Weiterschreiten nach hinten sind die Verhältnisse des Stratum sagittale ext. die gleichen, das internum ist wieder dichter. In der Calcarina kein wesentlicher Unterschied, doch erscheint der dorsale Markarm dürftiger als der ventrale. — Noch weiter hinten zeigt das Stratum sagittale ext. ventral fleckige Aufhellung, an derselben Stelle zeigt die laterale Occipitalrinde beträchtliche Atrophien. —

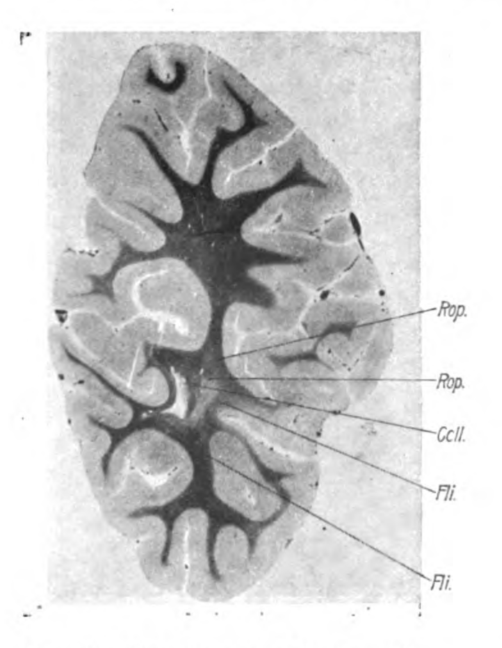


Fig. 11. *Ccll.* Corpus callosum; *Fli.* Fasciculus longit. inf.; *Rop.* Radiatio optica.

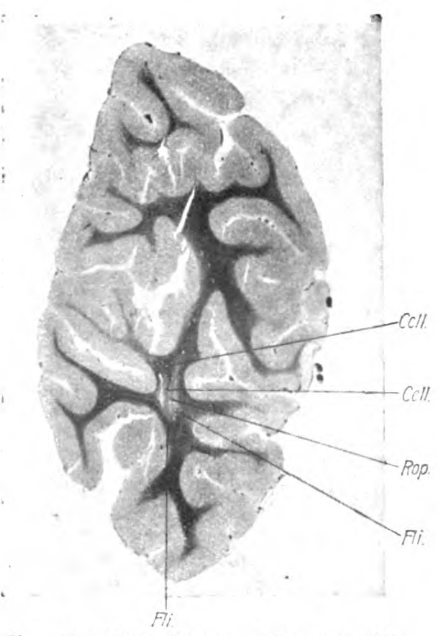


Fig. 12. *Ccll.* Corpus callosum; *Fli.* Fasciculus longitudinalis inferior; *Rop.* Radiatio optica.

Endlich endet die Rindenatrophie; der Wirtel der Fasern, der den Ventrikelabschluß bildet, ist gleichmäßig gut tingiert, und auch die Strahlen, die ins Occipitalhirn, insbesondere den Gyrus descendens gehen, sind sehr gut entwickelt und gefärbt.

Resümee.

Wenn wir die in den einzelnen Frontalebenen gefundenen Veränderungen kontinuierlich aneinanderreihen, so lassen sich folgende Regionen der beiden Hemisphären als verändert bezeichnen.

Rechtsseitiger Defekt: Untere Stirnwindung vom hinteren Abschnitt der Pars triangularis, die ganze Pars opercularis, in den vorderen Teilen partiell, in den hinteren Teilen komplett atrophisch. Die operkularen

Teile d-r Zentralwindungen, die ventrale Partie des Gyrus supramarginalis ferner der Gyrus angularis atrophisch, ganz besonders in den operkularen, Partien (jenen Teilen, die direkt gegen die Sylvische Furche blicken). Die rechte Insel ist nur in ihrem allervordersten Anteile intakt und wird nach hinten zu von oben her atrophisch, so zwar, daß auch die Insel als komplett sklerotisch zu bezeichnen ist. Gleichzeitig ist die Capsula extrema, das Claustrum und im hinteren Drittel das Putamen des Linsenkerns, letzteres nur teilweise, zerstört. Vom Temporallappen ist die obere Windung wiederum in jenen gegen die Sylvische Furche sehenden Gebieten komplett zerstört, sonst hochgradig atrophisch. Dasselbe gilt für die hinteren Partien der mittleren Temporalwindung, die teilweise atrophisch ist. Im Balken ist ein kleiner Herd.

Linksseitiger Defekt: Hier ist lediglich eine Sklerose der oberen Temporalwindung zu konstatieren, inklusive dem Gyrus profundus. Ferner sind die operkularen Teile der Stirn-, Zentral- nnd Scheitelwindungen wenig, aber deutlich verändert.

Wenn man die im Anschluß an die genannten Läsionen auftretenden sekundären Degenerationen der Reihe nach untersucht, so ergibt sich bezüglich derselben folgendes:

1. Retikuliertes cortico-kaudales Bündel. (Stratum frontale sagittale internum, früher Fascic. fronto-occipitalis). Dieses Bündel verhält sich auf den beiden Seiten verschieden. Rechts tritt es aus dem degenerierten Stabkranzgebiet besonders markant hervor (Fig. 4) und läßt erkennen, daß es innige Beziehungen zum Gyrus fornicatus besitzt. Man kann die überaus dunkel tingierten Fasern sehen, wie sie sich über die Balkenfasern hinüberschwingen und in medial offenem Bogen die Rinde des Gyrus fornicatus erreichen. Da das ganze Gebiet der Insel und der äußeren Kapsel, das hier in Frage kommt, zerstört ist und da ferner die aus dem Stirnhirn stammenden zur inneren Kapsel ziehenden Fasern teilweise degeneriert sind, so läßt sich das retikulierte Bündel fast isoliert nach abwärts verfolgen und man kann sehen, daß es hart angeschlossen an die laterale Seite des Nucleus caudatus in die innere Kapsel einmündet und sich mit den dort befindlichen Fasern mischt. Man hat bekanntlich in dem genannten System zwei Arten von Fasern zu unterscheiden gesucht. Die einen, feineren, locker stehenden, die anderen gröberen, die ersten umschlingenden. Es ist bei dem Versuch, den Verlauf des Bündels zu eruieren, nicht möglich, eine Trennung dieser beiden Systeme vorzunehmen,

doch gilt das Gesagte vorwiegend für die dickeren umschlingenden Fasern. Aber auch dort, wo die innere Kapsel bereits zu Ende ist, kann man noch die dunklen Fasern des retikulierten Bündels verfolgen, wie sie hart an den Nucleus caudatus angeschlossen mit diesem in das Unterhorn des Seitenventrikels ziehen.

Es erhebt sich nun die Frage nach der Leitungsrichtung dieses Systems, das unverkennbar Beziehungen zur inneren Kapsel und solche zum Nucleus caudatus besitzt. Zur Entscheidung dieser Frage genügt es, die linke Seite unseres Falles heranzuziehen. Hier hatte sich ein Herd im Balken so etabliert, daß er von unten her die Fasern des retikulierten Bündels gleichsam durchschnitt. Es zeigte sich nun, daß das genannte Bündel in jenem Teil, der von der Narbe bis zum Gyrus fornicatus reichte, relativ intakt war, jener Teil aber, der von der Narbe gegen die innere Kapsel zu strebte, war sichtlich aufgehellt. Dieser Umstand würde dahin führen, in dem retikulierten cortico-kaudalen Bündel hauptsächlich ein cortico-fugales Projektionssystem zu sehen, das den Gyrus fornicatus mit den tieferen Teilen des Gehirns in Verbindung setzt.

Diese Ansicht, d. h. daß das genannte Bündel ein Projektionssystem sei, stimmt im wesentlichen mit den Anschauungen überein, die in jüngster Zeit insbesondere von Quensel vertreten worden sind, und die vordem schon von Anton und Zingerle zum Ausdruck gebracht wurden. Es würde hier zum ersten Male der wirkliche Beweis für die Richtigkeit der genannten Anschauungen erbracht sein und zugleich mit einer Erweiterung derselben, insbesondere der von Quensel. Denn dieser hat gleichfalls Beziehungen des retikulierten cortico-kaudalen Bündels zum Gyrus fornicatus gefunden, nur daß es ihm nicht möglich war, die Leitungsrichtung des Systems zu bestimmen. Allein es geht nicht an, die Anschauung von Obersteiner-Redlich trotz dieses Befundes einfach auszuschalten, weil eine ganze Reihe gewichtiger Momente von den genannten Autoren erbracht wurden, welche die innigen Beziehungen dieses Systems zum Nucleus caudatus wahrscheinlich machen. Als eines dieser Momente muß entschieden auch der in unserem Falle hervortretende Umstand betrachtet werden, daß das System sich über die innere Kapsel hinaus längs des Nucleus caudatus verfolgen läßt, mit diesem ins Unterhorn steigt und in dem Maße an Kaliber ab-

nimmt, als der Nucleus caudatus kleiner wird. Man muß daher wohl die Ansicht vertreten, daß wir in dem sogenannten retikulierten cortico-kaudalen Bündel kein einheitliches System besitzen, sondern, wie aus der Mehrzahl der bisherigen Untersuchungen hervorgeht, ein kombiniertes. In diesem kombinierten sind mindestens zwei Systeme enthalten, deren eines — ein Projektionssystem — vom Gyrus fornicatus zur inneren Kapsel zieht, deren zweites offenbar gleichfalls aus der genannten Windung stammt und dem Nucleus caudatus zustrebt. Es ist dieser letztere Befund deshalb von großem Interesse, weil er vielleicht geeignet ist, die Funktion des genannten Rindenabschnittes auf diese Weise zu erschließen.

2. Wichtige Aufschlüsse vermag dieser Fall auch über die zentralen Hörbahnen zu geben. Es ist leider in der Literatur nicht immer ganz klar ersichtlich, welche Bedeutung den einzelnen Strahlungen des Schläfelappens zukommt, deshalb nicht klar, weil in der Nomenklatur diesbezüglich keine Einigkeit herrscht. Insbesondere gilt dies für die Fasern, die als Türcksches Bündel bezeichnet werden. Während die einen der Autoren unter Türckschem Bündel die gesamte Temporalstrahlung oder zum mindesten die Strahlung aus den nichtakustischen Teilen des Temporallappens verstehen, sehen die anderen nur jene Fasern als Türcksches Bündel an, welche die Verbindung des Temporallappens mit der Brücke besorgen. Es soll im folgenden an der Nomenklatur Obersteiners festgehalten werden, der lediglich die temporopontinen Systeme als Türcksches Bündel bezeichnet. Die Strahlung aus der oberen Temporalwindung inklusive der Tiefenwindung (Gyrus transversus Heschl) sei als Hörstrahlung sensu strictiori bezeichnet. Nur bezüglich dieser letzteren gestattet der vorliegende Fall einige wesentliche Aufklärungen. Man findet auf der rechten Seite die obere Schläfewindung, eingeschlossen die Transversalwindung („Hörwindung" Flechsig), komplett atrophisch. Auf der linken Seite ist das nahezu der Fall, obwohl vielleicht hier die allervordersten Teile der oberen Windung nicht wesentlich gelitten hatten, zum Unterschiede von den hinteren Teilen. Aus den genannten Windungen nun ziehen die degenerierten Fasern in einem vollkommen geschlossenen System durch den retrolentikulären Teil der inneren Kapsel (Fig. 13). Aber auch schon gegen das Ende des Linsenkerns kann man

ventral von diesem eine leichte Aufhellung wahrnehmen, die offenbar der Hörstrahlung angehört. Im retrolentikulären Teil der inneren Kapsel liegt das Bündel knapp über dem dreieckigen Feld

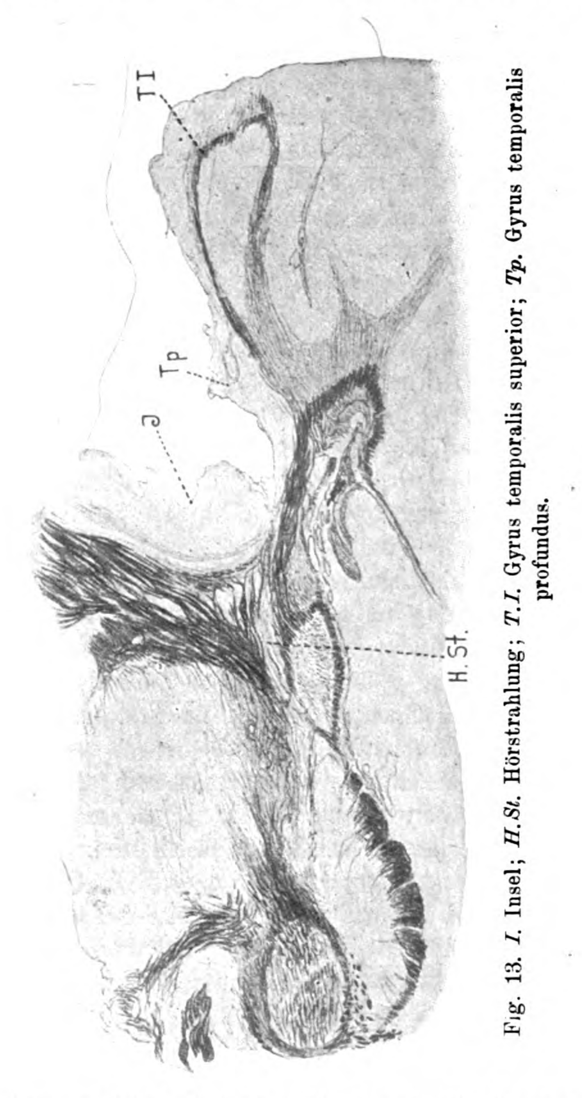


Fig. 13. *I.* Insel; *H.St.* Hörstrahlung; *T.I.* Gyrus temporalis superior; *Tp.* Gyrus temporalis profundus.

von Wernicke und läßt sich über die dorsale Fläche des äußeren Kniehöckers gegen das Corpus geniculatum mediale hin verfolgen. Auch dort wo diese Ganglien bereits verschwunden sind, findet

man noch das degenerierte Feld der Hörstrahlung, und zwar in dem hintersten Abschnitte des Gebietes, in dem das Seitenhorn des Ventrikels in das Unterhorn übergeht, in den sagittalen Markstraten. Hier liegt es etwas unter der Mitte dieser (dorso-ventral genommen).

Bezüglich des Türckschen Bündels konnten keine sicheren Aufschlüsse gewonnen werden, weil die entsprechenden Gebiete im Hirnschenkelfuß keinerlei wesentliche Differenz gegenüber dem normalen darboten. Es muß demnach die Hauptmasse der temporopontinen Faserung aus der zweiten und dritten Schläfenwindung stammen. Von größtem Interesse aber ist: trotzdem die „Hörstrahlung" zerstört war, trotzdem beiderseits die wesentlichsten Teile des „Hörzentrums" zerstört waren, insbesondere aber komplett die Heschlsche Windung, hat das Kind gesprochen, hat seine Sprachkenntnisse, wenn auch spärlich, weitergebildet und nach den Angaben der Eltern ein gutes Hörvermögen besessen. Wenn man den großangelegten Untersuchungen v. Monakows nachgeht, so muß man zu der Überzeugung gelangen, daß das Areal, das dem Gehör in der Regel dient, ein weitaus größeres sei, als es den ursprünglichen Anschauungen entsprach, ein größeres auch, als es Flechsig auf Grund seiner myelogenetischen Studien erst jüngst wieder angenommen hat. Aber selbst wenn man die Anschauungen v. Monakows akzeptiert, nach welchen insbesondere die hinteren Teile der oberen Schläfewindung und die angrenzenden Partien des Gyrus supramarginalis und Gyrus angularis als Zentren für das Gehör dienen, ist der vorliegende Fall bemerkenswert, weil auf der rechten Seite mit Ausnahme der allervordersten Teile der oberen Temporalwindung sämtliche der genannten Partien zerstört waren, auf der linken Seite dagegen zum mindesten die Heschlsche Windung komplett, die erste Schläfewindung fast komplett, insbesondere in ihrem hintersten Abschnitt und die angrenzenden supramarginalen und angulären Partien, wenn auch wenig, so doch immerhin bemerkbar gelitten hatten. Und wenn man auch noch die Insel als Hörzone heranzieht, so findet sich auch hier rechterseits eine komplette, linkerseits eine schwere Schädigung, so daß der intakte Rest der mit der Hörfunktion in Konnex gebrachten Rindenpartien kaum hingereicht hätte, die immerhin bemerkenswerte Sprachbildung und Hörfähigkeit des Kindes zu erklären. Man muß deshalb wohl auch die anderen beiden

Temporalwindungen, die fast gar nicht gelitten hatten, zur Hörfunktion in Beziehung setzen, oder man muß sich die Befunde von Kalischer für den Menschen zurecht legen. Kalischer hat bekanntlich bei vollkommener Zerstörung der kortikalen Rindenpartien noch Hörfähigkeit beim Hunde konstatieren können, und bezieht diese letztere auf die Aktion subcortikaler Partien. Bei Kalischers Tieren aber handelt es sich um Verständnis für eingelernte Höreindrücke. Das kann für den vorliegenden Fall nicht Geltung haben, denn hier hat das Kind, das mit 10 Monaten wohl nur über sehr geringe Sprachkenntnisse verfügte, nach der Attacke Neues zugelernt und Höreindrücke in einer Weise verwertet, daß die Eltern nicht einmal den Verdacht gewinnen konnten, als würde es sich um eine Hörstörung handeln. Der Umstand, daß die Sprache ein rein cortikaler Mechanismus ist, spricht gegen die Annahme, daß eventuell subcortikale Mechanismen vikariierend eingetreten wären, um die Defekte zu ergänzen, etwa im Sinne, wie es Kalischer für seine Tierexperimente annimmt. Etwas anderes ist es, wenn man sich vor Augen hält, daß man es hier nicht mit einem fertigen Organismus zu tun hat, sondern mit einem werdenden, daß hier sich die verschiedenen Assoziationen noch nicht so fixiert haben, wie das beim Erwachsenen der Fall ist. Dieser Mangel an Differenzierung beim Kinde dürfte die Ursache sein, weshalb hier jenen Zentren, deren Ausfall beim Erwachsenen die schwersten Störungen in bezug auf Sprache und zentrales Hören zur Folge hat, nicht eine so hervorragende Bedeutung zukommt.

Allerdings haben die Untersuchungen Bezolds ergeben, daß ein äußerst geringes Feld genügt, um die Sprachfunktion beim erwachsenen Menschen zu versehen und daß dieses geringe Feld, wie unter anderen Flechsig jüngst ausgeführt hat, nach den Studien der Markscheidenentwicklung dem Gyrus transversus der oberen Schläfewindung, seiner „Hörwindung" zukommt. In der Tat scheint für die Richtigkeit dieser Annahme eine Beobachtung von Henschen zu sprechen, bei dem das gesamte in Frage kommende temporale Gebiet zerstört war, bis auf die Querwindung des linken Schläfelappens. Es hatte sich selbst bei genaueren Untersuchungen keine wesentliche Hörstörung gezeigt. Entgegen diesen Anschauungen, die ja für den Erwachsenen viel für sich haben, spricht die vorliegende Beobachtung

doch mehr für die Annahme der älteren Autoren, in allererster Linie Munks, Wernickes, v. Monakows, welche als Hörsphäre ein größeres Areal als das eben genannte bezeichnen. Jedenfalls ist in meinem Falle gerade die hinterste Partie der oberen Schläfewindung inklusive der Querwindung am meisten geschädigt und so geschädigt, daß man auch eine noch so geringe Funktion von ihr nicht erwarten kann. Insbesondere deshalb kann man das nicht erwarten, weil beide Hörstrahlungen aufs schwerste geschädigt sind, eine Schädigung, die bis an den inneren Kniehöcker reicht.

3. Die übereinstimmenden Befunde, welche die Autoren in den letzten Jahren über das untere Längsbündel, Stratum sagittale ext. erhoben haben, konnten alle die von Flechsig im Jahre 1895 gemachte Annahme bestätigen, daß dieses Bündel wenigstens zum großen Teil den Projektionssystemen zuzurechnen sei. Die Arbeiten Flechsigs, Probsts, Niessl v. Mayendorfs, Redlichs und die jüngsten von Archambault und Quensel haben über die beiden sagittalen Systeme des Occipitallappens Aufklärung gebracht. Das innere stellt die frühere Gratioletsche Sehstrahlung (Radiatio optica) dar, das heutige Stratum sagittale occipitale internum und das äußere, das Stratum sagittale externum, den früheren Fasciculus longitudinalis inferior. Insbesondere die kritischen und vergleichend anatomischen Untersuchungen Redlichs haben viele Meinungsverschiedenheiten aufzuklären vermocht und festgestellt, daß man in dem äußeren Stratum vorwiegend die Projektionsfaserung vom Sehhügel zum Occipitallappen zu sehen hat, während in dem inneren Stratum die Verbindung des Occipitallappens zu den tieferen Teilen sich findet. Sehr wesentlich dabei ist, daß Redlich die dorsalen Teile des äußeren Stratum von den ventralen trennt und die Bedeutung der letzteren als reines Projektionssystem als noch zweifelhaft hinstellt. Die Läsionen in dem vorliegenden Falle haben nun gezeigt, daß sich in den in Rede stehenden Straten auch Hörstrahlung finden müsse und zwar benutzt die Hörstrahlung diese beiden Strata gleichsam als Durchzugsstation, die am retrolentikulären Teil der inneren Kapsel beginnt und bis zum hinteren Abschnitt der oberen Temporalwindung bis in jene Gegend reicht, wo am Querschnitt das Hinterhorn des Seitenventrikels selbständig hervortritt.

Trotzdem nun beiderseits die Herde so ganz verschieden sind, finden sich in den sekundären Veränderungen der genannten Strata keine wesentlichen Differenzen. Zunächst sei konstatiert, daß, trotzdem die Herde dem Thalamus näher gelegen sind als dem Cortex, die Degeneration in beiden Strata zentripetalwärts zieht. Weiters ist als wesentlich zu bezeichnen, daß die Degeneration vorwiegend die dorsalen Partien betrifft. Und schließlich ist es überaus bemerkenswert, daß in dem äußeren Stratum, dort wo die Herde bereits geendet haben, gerade dorsal wieder eine beträchtliche Fasermasse auftritt. Leider ist es nicht möglich gewesen, die beiden Strata an ihr vorderes Ende zu verfolgen, da nur die dorsalen Partien affiziert waren, die ventralen frei blieben. Man kann nur hervorheben, daß das dreieckige Feld von Wernicke allerdings in etwas reduziertem Umfange beiderseits vorhanden war und der äußere Kniehöcker keine auffallenden Größenunterschiede erkennen ließ, und auch sonst gut entwickelt war.

Die Schlüsse, die sich aus diesem eigenartigen Befund ergeben, stehen doch in einem gewissen Gegensatz zu den bisherigen Annahmen, denn sie erweisen, daß sowohl im äußeren als auch im inneren Stratum Fasern corticopetalwärts verlaufen müssen. Sie erweisen ferner, daß im äußeren Stratum auch Fasern auftreten, die keine Beziehung zur Sehstrahlung haben können, da sie sich erst weit hinter der Zone der Herde finden. Der Umstand, daß sie ein ziemlich gut abgegrenztes dorsal gelegenes Feld im äußeren Stratum einnehmen, weist darauf hin, daß sie nicht etwa durch Umlagerung ventraler Partien dorsalwärts zustande gekommen sein können, insbesondere deshalb nicht, weil zwischen dem tief dunkel tingierten ventralen Feld sich eine ziemlich breite Lichtungszone findet, die dorsalwärts an das erwähnte blässer gefärbte Gebiet erhaltener Fasern stößt. Man müßte also entweder annehmen, daß es sich in diesem eben genannten Felde um cortico-fugale Fasern handelt, oder um Assoziationssysteme, die den Parietallappen mit dem Occipitallappen verbinden.

Also hat es den Anschein, als ob auch die beiden occipitalen Markstrata komplexer gebaut sind als es nach den Schilderungen und Annahmen der Autoren der Fall zu sein schien.

Was die Funktion der genannten Systeme anlangt, so lassen die Daten der Krankheitsgeschichte nichts erkennen, was auf eine Läsion derselben hingewiesen hätte. Insbesondere scheinen hemianopische Störungen gefehlt zu haben, wie denn überhaupt eine Störung des Sehvermögens in keiner Weise hervorgetreten ist.

Trotzdem sich noch eine Reihe anderer Degenerationen fanden, z. B. im Cingulum, im Balken, im perpendikulären Bündel Wernickes, so soll über dieselben hier weiter nicht berichtet werden, ebensowenig über die durch die Kapselläsion der rechten Seite bedingten sekundären Degenerationen, deshalb nicht, weil dieselben sich in keiner Weise von den bereits bekannten diesbezüglichen Angaben unterscheiden und weil das jugendliche Alter des Patienten eingehende Untersuchungen unmöglich gemacht hat, so daß über die Bedeutung der genannten Systeme mit Ausnahme vielleicht der Pyramidenbahn, deren Läsion eine Halbseitenstörung hervorgebracht hat, nichts ausgesagt werden kann. Immerhin dürften die gewonnenen Resultate dazu berechtigt haben, diesen Fall etwas genauer zu untersuchen und zu beschreiben.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrat Prof. Obersteiner, bin ich auch diesmal für stets bereitwillige Unterstützung und Belehrung zu großem Danke verpflichtet.

Literatur.

Anton und Zingerle, Bau, Leistung und Erkrankung des menschlichen Stirnhirns. Graz 1902.

Archambault-Lasalle, Nouv. Iconogr. de la Salp. 1906.

Bezold, Hörvermögen der Taubstummen. Cit. bei v. Monakow.

Flechsig, Neurolog. Centralbl. 1895 und 1908.

Henschen, Klinische u. anat. Beiträge zur Path. d. Gehirns. 1903.

Kalischer, Sitzungsber. d. kgl. preuß. Akademie d. Wissensch. X. 1907.

v. Monakow, Ergebnisse der Physiologie. 1907.

Munk, Funktionen der Großhirnrinde. Berlin. Hirschwald 1890.

Niessl von Mayendorf, Arch. f. Psych. Bd. XXXVII. 1903.

Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Zentralorgane. 4. Aufl. 1901.

Obersteiner und Redlich, Arbeiten aus dem Neurolog. Institute Bd. VIII. 1902.

Probst, Jahrb. f. Psych. Bd. XX. 1901 u. Arch. f. Psych. Bd. XXXV. (S. auch bei Redlich).

Quensel, Monatsschr. f. Psych. und Neurologie. Bd. XX.

Redlich, Arbeiten aus d. Neurolog. Institut. Wien. XII. 1905.

Wernicke, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten. 1881.

Vergleichend anatomische Untersuchung der hinteren Rückenmarkswurzeln der Säugetiere

nebst Bemerkungen zur tabischen Hinterstrangserkrankung.

Von

cand. med. Julius Bauer,
Demonstrator am Institute.

(Mit 5 Abbildungen im Text.)

Die hinteren Rückenmarkswurzeln sind schon wiederholt Gegenstand von Untersuchungen gewesen mit Rücksicht auf ihre Bedeutung für das Wesen der tabischen Hinterstrangserkrankung. Mehrere Wege sind es, auf denen wir vielleicht in die Frage der Tabes Klärung bringen können, neben dem experimentellen, welcher tabiforme Veränderungen am Tier hervorzurufen bestrebt ist (Tuczek, Edinger und Helbing, Pándy, Spielmeyer), vor allem der anatomisch-histologische, dem wir die Tabestheorien von Obersteiner-Redlich, Nageotte u. a. verdanken.

Erst in jüngster Zeit hat Levi wiederum die Aufmerksamkeit auf die bereits von Obersteiner und Redlich betonten Verhältnisse der Glia und des Bindegewebes in den hinteren Wurzeln und ihrer gegenseitigen Beziehung zueinander gelenkt, da er bei seinen Untersuchungen zu vorher unbekannten Resultaten gelangte, die für ihn Veranlassung waren, auch zur Tabesfrage Stellung zu nehmen. Seine Untersuchungen ergaben unter anderem bezüglich der Übergangsstelle der Glia in das Wurzelbindegewebe: „Dieser Übergang des gliösen Teiles der Wurzel in den bindegewebigen findet im Halsmark noch intraspinal, im Lenden- und Sacralmark extraspinal statt, während im Brust-

mark der Übergang mit der Rückenmarksperipherie zusammenfällt." „Die Einschnürung, welche die hintere Wurzel beim Durchtritt durch die Pia erfährt, fällt demnach nur im Dorsalmark mit dem Übergang des bindegewebigen in den gliösen Teil der Wurzel zusammen." Levi bestätigte auch die Angabe Redlichs, daß die piale Einschnürung der hinteren Wurzeln auf Längsschnitten in geradezu exzessiver Weise hervortritt, während sie auf Querschnitten oft kaum zu bemerken ist.

Bezüglich der von Obersteiner und Redlich gefundenen Aufhellungszone der Wurzeln, einer mehr oder minder schmalen, die Wurzel querenden Zone, in der die Tinktion der Markscheiden am Weigert-Präparate versagt, hatte Levi festgestellt, daß sie mit der Glia-Bindegewebsgrenze zusammenfällt, also mit der Stelle, „wo der periphere Nerv seine Schwannsche Scheide verliert und durch die Umhüllung mit Glia seine Zugehörigkeit zum Rückenmark dokumentiert". Schließlich wendet Levi seine Ergebnisse auf die Pathologie der Tabes in der Weise an, daß er im Lumbosacralmark, der vorzüglichen Lokalisationsstelle der Tabes, einen ganz besonderen locus minoris resistentiae erblickt, da hier die Glia ziemlich weit peripherwärts ragt, die Wurzelfasern demnach auf eine große Strecke des natürlichen Schutzes der Schwannschen Scheiden entbehren, da ferner zu diesen besonderen Umständen noch die Einschnürung der Wurzel durch die Pia und das Versagen der Markscheidenfärbung an der Übergangszone hinzukommt, welches jedenfalls, wenn nicht auf ein Fehlen, so doch auf eine andersartige Beschaffenheit des Myelins dieser Stelle schließen läßt. Speziell mit Rücksicht auf den letztgenannten Autor erschien es von Interesse, einmal in dieser Frage, soweit sie rein histologisch ist, den vergleichend anatomischen Weg einzuschlagen, insbesondere, da bei Tieren eine spontane Erkrankung im Sinne der menschlichen Tabes nach den Lehrbüchern der Tierheilkunde bis nun kaum beobachtet wurde (Friedberger und Fröhner, Hutyra und Marek, Schneidemühl). Auch den in neuester Zeit von Rothmann als „tabesartige Erkrankung" beschriebenen Fall einer spontanen Hinterstrangsdegeneration mit Opticusatrophie bei einem Affen will Schröder nicht als Tabes aufgefaßt wissen, ebensowenig wie den von ihm selbst beobachteten, ganz ähnlichen Krankheitsprozeß, der bei einem ein halbes Jahr zuvor auf der

Neisserschen Klinik luetisch infizierten Affen aufgetreten war. Auch experimentell sei es bisher nicht gelungen, meint Rothmann, eine einwandfreie Tabes dorsalis bei Tieren zu erzeugen. Unter Berücksichtigung bestimmter Kautelen erschien es nun wohl möglich, gewisse Differenzen im histologischen Verhalten, die sich etwa zwischen tierischen und menschlichen hinteren Wurzeln ergeben würden, für die Erklärung der pathologischen Erscheinungen heranzuziehen.

Es kam das reichhaltige Material des neurologischen Institutes an Säugerrückenmarken zur Untersuchung, wobei allerdings nicht alle Präparate der frontal angefertigten Serien verwendbar waren, weil nicht überall die hinteren Wurzeln in geeigneter Weise getroffen erschienen. Um, soweit möglich, diesem Mangel abzuhelfen, wurden für diese Zwecke außerdem Längsschnitte einzelner erreichbarer Tierrückenmarke angefertigt, deren Schnittrichtung in der bereits von Obersteiner angegebenen Ebene des Wurzeleintrittes verlief. Für die Beurteilung der Verhältnisse wurden Präparate nach Pal-Weigert, eventuell nachgefärbt nach Czokor mit Alauncochenille, Schnitte nach der Giesonschen Methode, unter Umständen Hämalaun-Eosinpräparate verwendet, da es sich darum handelte, nicht nur über die Grenzen von Glia und Bindegewebe in den einzelnen Segmenten und die Einschnürung der Wurzel durch die Pia mater, sondern auch über das Verhalten der Markscheiden Aufschluß zu erlangen. Einzelne Längsschnitte wurden auch nach Bielschowsky behandelt, allerdings, da nur älteres Material zur Verfügung stand, mit vorläufig negativem Erfolg.

Im folgenden sei über die Ergebnisse der Durchsicht der Serien in Kürze berichtet.

Pitheci (Affen).

Simia Satyrus (Orang-Utan): Das Verhalten der Glia-Bindegewebsgrenze in den hinteren Wurzeln des Orangrückenmarks, von dem eine vollständige Serie zur Durchsicht gelangen konnte, weicht in gewisser Beziehung von dem des menschlichen Rückenmarks ab. Es zeigte sich hier, daß in den oberen Cervikalsegmenten, etwa bis zum III. cervicalis, die Grenze zwischen Glia und Bindegewebe sich dem Rückenmarkskontur ungefähr anpaßt, wobei jedoch immer die Glia etwas mehr peripher-

wärts reicht — allerdings regellos und inkonstant. Vom III. cervicalis an sieht man die Glia bereits in extramedullärem Gebiet, derart, daß mit zunehmender Masse des Rückenmarks auch immer ein größerer Gliaanteil in der Wurzel erscheint, das Bindegewebe dieser letzteren peripherwärts vorgebaucht ist, so daß jene bogenförmige Begrenzungslinie zustande kommt, wie sie Levi am Lendenmark des Menschen beschrieben hat. Seinen größten Umfang erreicht dieser Gliaanteil vom 5. bis 7. Cervikalsegment, während er gegen das Ende des Halsmarks wiederum verschwindet und das Bindegewebe der Wurzel anfängt, entgegensetzt dem Verhalten im oberen Cervikalmark, in das intramedulläre Wurzelgebiet einzudringen. Im III. dorsalis hat sich die gesamte Glia-Bindegewebsgrenze bereits in das Gebiet des Rückenmarksquerschnittes verschoben, um diese Lage durch das ganze Dorsalmark hin beizubehalten. Am II. Lumbalsegment bemerkt man die Glia wieder außen und in der Anschwellung liegt sie bereits mit einem beträchtlichen Anteile extramedullär, wenn auch nicht so reichlich, wie in der Cervikalintumescenz. Diese extraspinale Lage behält die Glia-Bindegewebsgrenze auch im Sacralmark bei. An vielen Präparaten läßt sich sehen, wie die hintere Wurzel bei ihrem Durchtritt durch die Pia eine Einschnürung durch dieselbe erleidet und an Weigert-Schnitten zeigt sich häufig an der Übergangsstelle von Glia in Bindegewebe eine schmale Aufhellungszone der Wurzelfasern.

Hylobates (Gibbon): An den wenigen Präparaten, die vom Hylobates zur Verfügung standen und aus der Cervikalanschwellung stammten, ließ sich die Glia extramedullär in die hintere Wurzel bis jenseits des pialen Durchtrittes verfolgen, wo sie mit einem ziemlich scharf begrenzten, nach außen konvexen Bogen ihren Abschluß findet. Daß die Wurzel eine Einschnürung durch die Pia erfährt, ließ sich an Gieson-Präparaten erweisen, während die Pal-Weigert-Präparate zwar keine Aufhellungszone, wohl aber einen deutlichen Tinktionsunterschied der Markscheiden peripher und zentral von der Übergangszone erkennen ließen, indem die peripher gelegenen viel lichter gefärbt waren als die zentralen.

Nasicus (Nasenaffe): Das Cervikalmark vom Nasicus verhält sich in seinen verschiedenen Höhen verschieden. In den oberen Segmenten fällt die Bindegewebs-Gliagrenze mit der

Peripherie des Rückenmarks zusammen, wobei der Umfang der durchtretenden Wurzel keine sichtbare Verkleinerung aufweist. Verfolgt man das Verhalten der Wurzeln kaudalwärts, so zeigt es sich, daß das gliöse Gewebe, je näher der Anschwellung, um so weiter peripherwärts reicht (Fig. 1), so daß in dieser ganz ähnliche Verhältnisse zustande kommen, wie sie bereits beim Orang und Hylobates in den gleichen Segmenten gefunden wurden. Die Grenze zwischen Glia und Bindegewebe verläuft in einem nach außen konvexen scharf konturierten Bogen, der nur mitunter

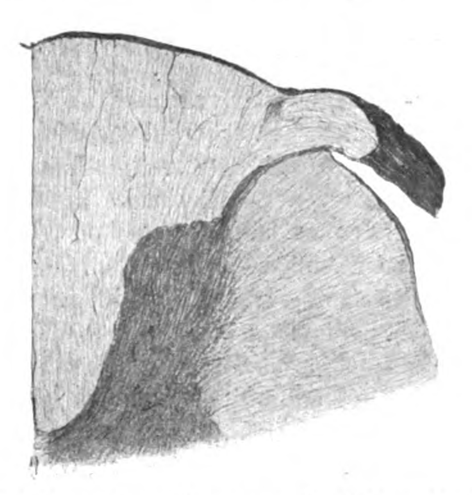


Fig. 1. Hinterer Rückenmarksquadrant aus der Halsanschwellung des Nasicus. Glia-Bindegewebsgrenze der hinteren Wurzel extraspinal. (Gieson-Färbung.)

von bindegewebigen Fortsätzen durchbrochen wird, welche sich in den gliösen Teil der Wurzel einschieben. Entsprechend dieser Übergangsstelle der Glia in das Wurzel-Bindegewebe, hat es an Pal-Weigert-Präparaten aus denselben Höhen den Anschein, als ob daselbst die Markscheidentinktion versagen würde.

Cynocephalus hamadrias (grauer Pavian): Die hinteren Wurzeln des Cynocephalus hamadrias zeigen ein ganz analoges Verhalten wie die des Orang. In der Halsanschwellung rückt die Glia der starken hinteren Wurzeln hinaus aus dem Bereich des Rückenmarksquerschnitts und am Weigertschnitt läßt sich an der Glia-Bindegewebsgrenze eine schmale nicht

tingierte Zone sehen. Im oberen Cervikal- und im Dorsalmark läßt sich mit Abnahme des Gesamtquerschnitts, der Größe des Hinterhorns und des Wurzelquerschnitts nirgends solch ein Glia-austritt beobachten. Im Dorsalmark reicht sogar das Bindegewebe der Wurzel etwas in das Rückenmarksgebiet hinein. Im Lumbalmark sieht man wieder die Glia extramedullär.

Cynocephalus Babuin: An den für unsere Zwecke brauchbaren Präparaten von Cyn. Babuin ließ sich im Dorsalmark bei

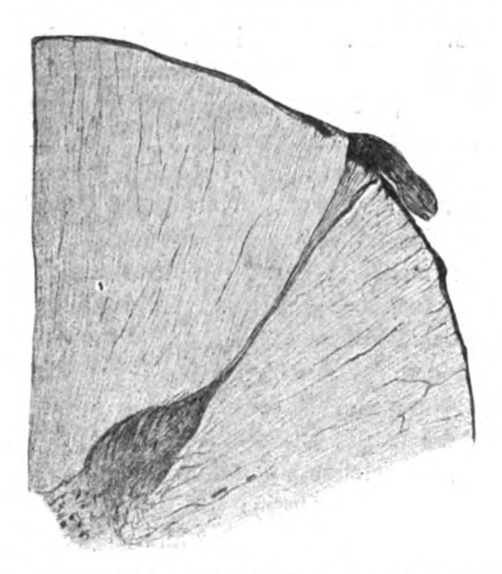


Fig. 2. Dorsalmark von Cynocephalus Babuin. Übergangszone der Glia in das Bindegewebe der Wurzel intramedullär. (Gieson-Färbung.)

auffallend schmalen Hinterhörnern ein Hineinragen des Wurzelbindegewebes ins Rückenmarksgebiet konstatieren (Fig. 2.) Mit Zunahme des Hinterhornkörpers und des Wurzelquerschnitts im Lumbalmark ist die Glia extramedullär anzutreffen. Über das Verhalten im Cervikalmark ließen die vorhandenen Präparate leider keine Bemerkung zu.

Prosimii (Halbaffen).

Lemur (Maki): Im oberen Cervikal- und Dorsalmark fällt die Glia-Bindegewebsgrenze mit der Rückenmarksperipherie zusammen. Im Dorsalmark zeigt sich an dieser Stelle auch eine

Aufhellung im Weigert-Präparat. Im unteren Lumbal- und im Sacralmark rückt die Glia hinaus in den extramedullären Teil der hinteren Wurzeln, die entsprechend dem Rückenmarksumriß eine Einschnürung durch die Pia erleiden.

Carnivora (Raubtiere).

Felis domestica (Katze): Auch von der Katze standen Schnitte aus allen Rückenmarksegmenten zur Verfügung; allerdings war nicht auf jedem der Schnitte der Eintritt einer Wurzel zu sehen. Am I. und II. Cervikalsegment bemerkt man die Glia-Bindegewebsgrenze der hinteren Wurzeln etwas einwärts vom Rückenmarkskontur, während sie in den weiteren Cervikal- und Dorsalsegmenten mit demselben zusammenfällt. Am VI. und VII. cervicalis sieht man sogar einen Gliazapfen nach auswärts ragen, kann die Einschnürung der Wurzel durch die Pia beobachten, findet aber am Weigertpräparat an der Glia-Bindegewebsgrenze nicht die schon mehrmals erwähnte Aufhellung. In der Mitte des Dorsalmarks scheint das Bindegewebe der Wurzel wieder ein wenig ins Rückenmark hineinzureichen. Vom II. Lumbalsegment an kaudalwärts erscheinen im Gegensatz zu den dünnen relativ wenige Nervenfasern enthaltenden Wurzeln des Dorsalmarks wieder mächtige Wurzeln an der medialen Seite des Hinterhornapex, in welchen die Glia extraspinal angetroffen wird.

Felis pardus (Panther): Die Beschaffenheit der hinteren Wurzeln ist beim Panther eine ganz ähnliche wie bei der Katze. In der Cervikalanschwellung liegt die Glia-Bindegewebsgrenze extramedullär, was sich auch an den für die Beurteilung dieser Verhältnisse eigens angefertigten Längsschnitten erweisen ließ. Als kolbige Vorstülpung der Rückenmarksubstanz grenzt sich sich das gelbliche gliahaltige Gewebe der Wurzel gegen den rot tingierten bindegewebigen peripheren Anteil derselben ab. Im Dorsalmark liegt die Übergangszone der Glia in Bindegewebe ein wenig einwärts vom Rückenmarkskontur oder fällt mit demselben zusammen, im Lumbalmark erscheint bei mächtigem Hinterhorn die Glia extraspinal.

Canis familiaris (Hund): An den vorhandenen Gieson- und Hämalaun-Eosinpräparaten aus der Cervikal- und Lumbalanschwellung des Hundes zeigte sich stets die Glia der hinteren Wurzeln extramedullär und ließ auch meist eine deutliche Ein-

schnürung durch die Pia entsprechend der Rückenmarksperipherie erkennen. In einem lateral konvexen Bogen geht die Glia in das Bindegewebe der Wurzel über.

Mustela foina (Marder): Nur an wenigen Präparaten der Cervikalanschwellung, sowie aus dem unteren Lumbal- und Sacralmark des Marders ist die Eintrittszone der hinteren Wurzeln getroffen. An allen diesen Präparaten ragt die Glia aus dem Bereich des Rückenmarksquerschnitts hinaus in den extramedullären Teil der hinteren Wurzel. An Weigert-Schnitten erscheint die bekannte Aufhellung peripher vom Rückenmarkskontur. An

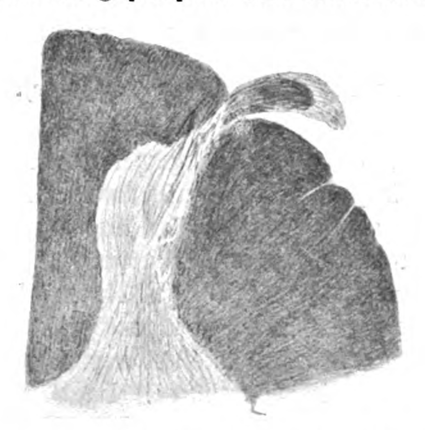


Fig. 3. Weigertpräparat von der Halsanschwellung der Phoca vitulina. Glia-Bindegewebsgrenze extraspinal. Tinktionsdifferenz der Markscheiden zentral und peripher von der Übergangszone.

allen diesen Präparaten ist das Hinterhorn recht kräftig entwickelt.

Lutra vulgaris (Fischotter): Gieson-Präparate vom Fischottermark zeigten die Glia-Bindegewebsgrenze sowohl in der Hals- wie auch in der Lendenanschwellung deutlich außerhalb des Rückenmarksquerschnitts im extramedullären Wurzelanteil.

Pinnipedia (Flossenfüßler).

Phoca vitulina (Seehund): Vom Seehund standen nur einige Rückenmarksschnitte zur Verfügung. Aus diesen ergab sich: In der Halsanschwellung liegt die Glia-Bindegewebsgrenze im extraspinalen Anteil der hinteren Wurzel. Am Weigert-Prä-

parat läßt sich an dieser Stelle zwar kaum eine Aufhellung, wohl aber der scharfe, peripher vom Rückenmarksquerschnitt gelegene, in einem nach außen konvexen Bogen verlaufende Übergang der dunkel blaugrau gefärbten Markscheiden des gliahaltigen Teiles der Wurzel in die ganz licht tingierten des bindegewebigen Abschnittes derselben beobachten (Fig. 3). Im Dorsalmark zeigt sich, soweit es sich aus Hämalaun-Eosinpräparaten eines nicht geeigneten Materials erschließen läßt, dasselbe Verhalten und auch die Hinterhörner dieses Gebietes weisen kaum eine Verschmälerung gegenüber denen des Cervikalmarks auf. In der Lendenanschwellung sieht man die Glia ebenfalls extramedullär.

Insectivora (Insektenfresser).

Erinaceus europ. (Igel): An Präparaten vom oberen Cervikalmark fällt die Glia-Bindegewebsgrenze mit dem Kontur des Rückenmarksquerschnitts zusammen und an Weigert-Schnitten versagt an dieser Stelle die Tinktion der Markscheiden. In der Cervikalanschwellung dagegen trifft man das Bindegewebe der hinteren Wurzel innerhalb des Rückenmarksgebietes an; an einzelnen Schnitten läßt sich auch eine piale Einschnürung peripher von der Bindegewebs-Gliaübergangszone entsprechend dem Umriß des Rückenmarks beobachten. Im Dorsalmark rückt die Glia-Bindegewebsgrenze bald wieder an die Peripherie des Rückenmarkschnittes und erscheint gleich darauf extramedullär, um dieses Verhalten das übrige Dorsal-, Lumbal- und Sacralmark hindurch beizubehalten. Die Hinterhörner sind beim Igel im Vergleich zu denen der bisher beschriebenen Tiere in allen Segmenten sehr breit.

Rodentia (Nager).

Mus rattus (Ratte): Das Gieson-Präparat vom II. Cervikalsegment der Ratte zeigt eine dünne hintere Wurzel, deren Glia-Bindegewebsgrenze sich dem Kontur des Rückenmarks ungefähr anpaßt. Im III. Segment zeigt das schon oben kräftig entwickelte Hinterhorn kaum eine Vergrößerung, wohl aber der Querschnitt der hinteren Wurzel. Die Übergangszone erscheint peripher hinausgeschoben, sowohl am Gieson- wie am Hämalaun- und Weigert-Präparat. An diesem kann man die beschriebene Aufhellung an der Glia-Bindegewebsgrenze sehen, wiewohl die

Tinktion auch im ganzen extramedullären Teil der hinteren Wurzel an den vorliegenden Präparaten gering ist. Dieses im weiteren Halsmark konstant bleibende Verhalten ändert sich im VII. Segment, indem sich mit Abnahme des Wurzelquerschnitts die Glia-Bindegewebsgrenze wieder fast bis an den Umriß des Rückenmarks zurückzieht, um durch das ganze Dorsalmark dieses Verhalten zu bewahren. Ein Eindringen des Wurzelbindegewebes in die Rückenmarksubstanz konnte wohl nirgends bemerkt werden. Das Hinterhorn des Dorsalmarks ist zwar schwächer als im Cervikalmark, doch immerhin im Vergleich mit verschiedenen anderen Tieren, wie Affen, Katzen usw. relativ kräftig ausgebildet.

Mit dem Anwachsen des Hinterhorns im Lumbalmark erscheint auch wieder die Glia-Bindegewebsgrenze hinausgerückt.

Lepus cuniculus (Kaninchen): In der Halsanschwellung liegt die Glia-Bindegewebsgrenze außerhalb des Bereichs des Rückenmarks im extraspinalen Teil der hinteren Wurzeln. Auch eine Einschnürung der letzteren durch die Pia mater läßt sich beobachten.

Desgleichen tritt die Glia im Lumbalmark hinaus aus dem Rückenmarksquerschnitt, während im Dorsalmark die Übergangszone mit der Rückenmarksperipherie zusammenfällt.

Ungulata (Huftiere).

Sus scrofa dom. (Schwein): Beim Schwein läßt sich das ganze Rückenmark hindurch die Glia in den extramedullären Anteil der hinteren Wurzeln hinein verfolgen. Merkwürdigerweise ragt die Glia sogar im Dorsalmark viel weiter hinaus als im Halsmark, obwohl die Hinterhörner vom Cervikal- gegen das Dorsalmark zu durch die Verschmächtigung des Apex sich gleichsam gegen das zentrale Höhlengrau zurückziehen (Fig. 4). Hingegen scheint der Unterschied in der Dicke der Wurzeln des Hals- und des Dorsalmarks nicht so groß zu sein, wie bei den bisher beschriebenen Tieren. Es läßt sich an vielen Präparaten deutlich eine Einschnürung der hinteren Wurzel durch die Pia beobachten und ein am Gieson-Präparat rötlich gefärbter, schmaler, den gliösen Teil der hinteren Wurzel entsprechend dem Rückenmarksumriß querender Streifen erkennen, welcher dadurch zustande kommt, daß sich die gliöse Rindenschicht zwischen die

Nervenfasern der Wurzel fortsetzt und ein zartes Flechtwerk im gliösen Anteile derselben bildet, so zwar, daß wenigstens am Rande der Wurzel auch piales Bindegewebe an der Bildung dieses Flechtwerkes mitbeteiligt ist, indem sich feine Bindegewebszüge von der Pia abgehend zwischen die Wurzelfasern verfolgen lassen (Fig. 4). Diese „lamina cribrosa“ ist zu unterscheiden von der durch Levi an der Übergangszone von Glia in Bindegewebe beschriebenen und fand sich auch bei vielen anderen Tieren. Im Sacralmark reicht die Substantia gelatinosa des

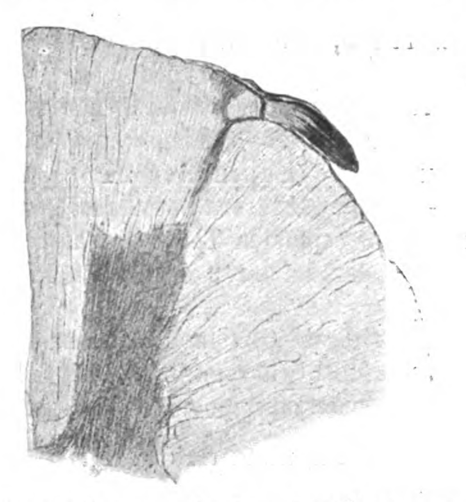


Fig. 4. Dorsalmark von Sus scrofa dom. Der Übergang von Glia in das Wurzelbindegewebe vollzieht sich extramedullär. (Gieson-Färbung.)

Hinterhorns fast bis an die Peripherie des Rückenmarks und man findet auf den Querschnittspräparaten längs- und quergetroffene gliahaltige hintere Wurzeln.

Potamochoerus (Flußschwein): In der Cervikalanschwellung ragt die Glia ein beträchtliches Stück in den extraspinalen Wurzelanteil hinaus und läßt mit großer Deutlichkeit die soeben beim Schwein beschriebene lamina cribrosa erkennen, welche hier anscheinend hauptsächlich von pialem Bindegewebe gebildet wird. Auch in der Lendenanschwellung trifft man die Glia außerhalb des Rückenmarksquerschnittes an.

Bos taurus juven. (Kalb): Beim Kalb findet sich ähnlich wie beim Schwein die Glia-Bindegewebsgrenze stets extra-

medullär vom obersten Cervikalmark bis hinab zum Sacralmark. Die hinteren Wurzeln treten oft in einzelnen Bündeln durch die Pia hindurch und in jedem der voneinander getrennten Bündel ragt die Glia mehr oder weniger weit hinaus. Bezüglich der Form- und Größenunterschiede der Hinterhörner in den einzelnen Rückenmarkshöhen verhält sich das Kalb ganz ähnlich wie das Schwein. Eine Aufhellungszone auf Weigert-Schnitten konnte ebensowenig beobachtet werden wie eine Einschnürung der Wurzel durch die Pia mater.

Ovis aries (Schaf): Im oberen Cervikalmark liegt die Glia-Bindegewebsgrenze an der Rückenmarksperipherie, rückt in der Halsanschwellung nach außen, um sich im Dorsalmark wieder an die Peripherie zurückzuziehen. Im Lumbalmark findet man abermals die Übergangszone extraspinal. Mit dem Hinausragen der Glia in den Anschwellungen nimmt auch die Masse des Hinterhorns so wie der Querschnitt der Wurzeln beträchtlich zu. An Weigert-Schnitten findet sich häufig an der Übergangszone die bekannte Aufhellung.

Capra hircus (Ziege): Bei der Ziege reicht in der Halsanschwellung die Glia ziemlich weit in die extraspinale Wurzel hinaus und auch im oberen Dorsalmark sind noch kleine Vorstülpungen der Glia in den freien Teil der hinteren Wurzel sowie manchmal piale Einschnürungen der letzteren zu beobachten. Dabei erstrecken sich einzelne Gliabündel als spitze Fortsätze weit in das Bereich des Bindegewebes der Wurzel hinein. Im weiteren Verlauf des Dorsalmarks fällt die Übergangszone fast mit dem Kontur des Rückenmarksquerschnittes zusammen, um im Lumbal- und Sacralmark wieder recht beträchtlich hinauszurücken. Namentlich im Sacralmark trifft man auch quergetroffene gliahaltige Wurzelabschnitte neben dem Rückenmarksquerschnitt liegend an. Im Sacralmark, wo die substantia gelatinosa des Hinterhorns an Masse ungemein zunimmt, verbreitert sich auch der extramedulläre Gliaanteil der Wurzel.

Antilope: Im oberen Cervikalmark erstreckt sich das Wurzelbindegewebe ein klein wenig in das Rückenmarksgebiet hinein. Entsprechend der Durchtrittsstelle der Wurzel durch die pia mater weist der rot gefärbte, bindegewebshaltige Teil der Wurzel einen intensiver tingierten, queren Streifen auf, der auf eine Durchflechtung von pialem Bindegewebe und mithin auf

eine Verdichtung des Bindegewebes an dieser Stelle hinweist. In der Cervikalanschwellung scheint die Glia-Bindegewebsgrenze mit der Rückenmarksperipherie zusammenzufallen oder ein wenig in den extraspinalen Wurzelanteil hinauszuragen.

Equus caballus (Pferd): Beim Pferd ist im ganzen Rückenmark von der Cervikalanschwellung bis hinab zum Sacralmark stets die Glia in den hinteren Wurzeln extraspinal anzutreffen. Auf Längsschnitten, die vom Cervikalmark angefertigt und nach Gieson gefärbt wurden, konnte ein beträchliches Hinausragen des gliösen Anteiles der Wurzel konstatiert werden. Manchmal zeigte sich auch eine piale Einschnürung der Wurzel, bemerkenswerterweise aber kaum an Längsschnitten, wo ja, wie schon erwähnt, beim Menschen die Einschnürungen weit deutlicher zu sein pflegen als am Querschnitt (Redlich, Levi).

Natantia (Fischsäugetiere).

Delphinus delphis (Delphin): Beim Delphin läßt sich die Glia-Bindegewebsgrenze im ganzen Rückenmark stets extramedullär erkennen. In einer nach außen konvexen Kugelhaube, die stets außerhalb des Rückenmarks liegt, geht die Glia in das Wurzelbindegewebe über. An mehreren Präparaten beobachtet man auch deutlich piale Einschnürungen. An Weigert- und Czokor-Schnitten versagt entsprechend der Übergangszone die Tinktion der Markscheiden. Die Substanz des Hinterhorns ist im Dorsalmark recht spärlich entwickelt und als schmaler Streifen zu sehen; im Cervikal- und Lumbalmark ist das Hinterhorn etwas breiter. Eigentümlich ist, daß im Lumbalmark die Hinterhörner kürzer werden, so daß die Kommissuren auffallend weit dorsalwärts gerückt erscheinen.

Edentata (Zahnarme).

Dasypus (Gürteltier): Im oberen Cervikalmark des Gürteltieres entspricht die Übergangsstelle der Glia in das Bindegewebe der hinteren Wurzel dem Umriß des Rückenmarks. Mit Zunahme des Rückenmarksquerschnitts in der Halsanschwellung rückt die Glia hinaus in den extraspinalen Teil der hinteren Wurzel. Eine Einschnürung der Fasern durch die Pia läßt sich nicht beobachten, ebensowenig die Aufhellungszone am Weigert-Präparat; letzteres deswegen nicht, weil die

gesamten Markscheiden der Wurzelfasern peripher von der Übergangsstelle der Glia in Bindegewebe an der vorliegenden Serie ungefärbt blieben, so daß in einem nach außen konvexen Bogen die Tinktion aufhört. Im Dorsalmark zieht sich die Glia-Bindegewebsgrenze wieder an die Peripherie des Rückenmarks zurück, um im Lumbalmark mit dem mächtigen Anwachsen der Hinterhörner wieder hinauszurücken.

Marsupialia (Beuteltiere).

Phascolarctus (Känguruh): Im unteren Cervikal- und im Dorsalmark fällt die Glia-Bindegewebsgrenze mit dem Rückenmarkskontur zusammen. An Schnitten aus dem Dorsalmark zeigte sich auf einer Seite die Übergangszone im extramedullären Anteil der hinteren Wurzel und ließ sich auch eine Einschnürung durch die Pia erkennen. Stets sieht man auch die bekannte Aufhellung am Weigert-Pal-Präparat. Im Lumbal- und Sacralmark rückt die Übergangszone peripherwärts hinaus.

Wenn ich nun daran gehe, die im vorstehenden geschilderten Befunde zusammenzufassen, so ergibt sich vor allem die überraschende Tatsache, daß bei allen untersuchten Tieren das Verhalten der hinteren Wurzeln bezüglich der Glia-Bindegewebsgrenze in einem Punkte von dem durch Levi beim Menschen beschriebenen abweicht. Während im menschlichen Rückenmark nach Levis Untersuchungen die Glia-Bindegewebsgrenze im Halsteile intraspinal liegt, findet sie sich bei allen untersuchten Tieren mit Ausnahme des Igels in der Cervikalanschwellung extramedullär. Eine gewisse Gesetzmäßigkeit läßt sich in der Mehrzahl der Tierklassen verfolgen, eine Gesetzmäßigkeit, die darin besteht, daß mit den Anschwellungen des Rückenmarks in der Hals- und Lendengegend die Glia-Bindegewebsgrenze in den extraspinalen Wurzelanteil hinausrückt, während sie im oberen Cervikal- sowie im Dorsalmark entweder an der Rückenmarksperipherie oder gar innerhalb des Rückenmarksquerschnitts zu finden ist.

Da in den Anschwellungen die graue Substanz und mit ihr das Hinterhorn sich beträchtlich vergrößert und auch im Sacralmark die graue Masse relativ kräftig ist, besteht mithin eine Koinzidenz zwischen dem Anwachsen des Hinterhorns und dem extraspinalen Auftreten der Glia.

Aber nicht durchwegs hat dieses Gesetz Geltung, denn folgende Tiere zeigen ein davon abweichendes Verhalten: Seehund, Igel, Schwein, Kalb, Pferd und Delphin.

Bei diesen Tieren, mit Ausnahme des Igels, findet sich die Glia-Bindegewebsgrenze durchwegs, auch im Dorsalmark außerhalb der Rückenmarksperipherie; beim Igel liegt die Übergangszone nur im oberen Halsmark an der Peripherie, in der Halsanschwellung innerhalb, sonst außerhalb des Gebietes der Medulla spinalis. Man wäre versucht, die Ausnahmsstellung dieser Tiere in irgendwelcher Weise erklären zu wollen, es erscheint dies aber ohne genaueres entwicklungsgeschichtliches Studium kaum erfolgreich.

Ein bloßer Gedanke ist es, aus der Reduktion der Hautsensibilität, d. h. aus der diese Reduktion begleitenden Verkürzung der Hinterhörner und geringeren Entwicklung der Hinterstränge des Delphins (Hatschek) seine Ausnahmsstellung ableiten zu wollen. Möglich, daß der ontogenetische Keimtrieb der Glia nicht in gleichem Maße zurückgeht, als die phylogenetische Reduzierung der nervösen Substanz der Hinterstränge und Hinterhörner es erfordern würde und daß dadurch gleichsam ein relativer Überschuß an Glia in jedem Individuum produziert wird, welcher in den hinteren Wurzeln Platz findet.

Wie aber soll man z. B. das Verhalten des Seehundes, der bezüglich der Glia-Bindegewebsgrenze dem Delphin gleicht, damit in Einklang bringen? Der Seehund hat ganz besonders gut entwickelte Hinterstränge und Hinterhörner (Hatschek)! Die Antwort auf diese Frage muß man wohl heute schuldig bleiben.

Eine Einschnürung der durchtretenden Wurzel durch die Pia mater konnte bei vielen Tieren beobachtet werden, so wie auch die von Obersteiner-Redlich beschriebene Aufhellungszone am Markscheidenpräparat. Diesbezüglich konnte ich auch die Befunde Levis beim Menschen bestätigen, daß diese Aufhellung immer mit dem Übergang des gliösen in den bindegewebigen Anteil der hinteren Wurzel zusammenfällt. Es scheint wohl möglich, daß an dieser Stelle die Wurzelfasern durch das hier dicht gefügte Geflecht von Glia und Bindegewebe, Levis „doppelte lamina cribrosa" derart alteriert werden, daß die Markscheiden den Farbstoff nicht aufnehmen. Gegen die An-

nahme, daß an dieser Stelle eine Markscheide überhaupt fehle, sprechen die Verhältnisse an jenen Tieren, bei welchen eine Aufhellung gar nicht zu sehen ist.

Interessant erscheint jedenfalls, daß die Markscheiden des bindegewebigen und des gliösen Teiles der Wurzel unabhängig von der schmalen Aufhellungszone sich meist tinktoriell verschieden verhalten, was besonders auffallend in denjenigen Fällen zu beobachten ist, wo sich der Übergang außerhalb des Rückenmarksquerschnittes vollzieht und in einer bogenförmigen, nach außen konvexen Linie die Wurzel quert (Fig. 3). Meist ist der peripher von der Übergangszone gelegene Wurzelanteil schwächer gefärbt als der zentrale. Bei der Ziege und bei Dasypus versagte wenigstens in der vorliegenden Serie die Tinktion des bindegewebigen Wurzelanteiles sogar vollständig und die gefärbten Markscheiden konnten immer nur bis an die Glia-Bindegewebsgrenze verfolgt werden. Daß die Färbbarkeit der Markscheiden nicht davon abhängt, ob die Wurzelfasern intra- oder extraspinal verlaufen, sondern daß sie mit der Beschaffenheit des Stützgewebes zusammenhängt, scheint mir dafür zu sprechen, daß die Markscheiden der Nervenfasern, soweit sie eine Schwannsche Scheide besitzen, d. i. peripher von der Glia-Bindegewebsgrenze, von denen differieren, welche keine Schwannsche Scheide aufzuweisen haben, d. i. zentral von der Übergangszone. Möglich, daß die Entwicklungsgeschichte uns über diese Verschiedenheit der Markscheiden Aufschluß zu geben vermag; möglich, daß an der Bildung der Markscheiden, welche im zentralen Nervensystem vielleicht nur ein Produkt des Achsenzylinders sind, dort, wo Schwannsche Zellen zur Entwicklung kommen, sich auch diese beteiligen. So würde sich das differente Verhalten der Markscheiden in färberischer Hinsicht durch eine verschiedene, in der Entwicklung begründete chemische Beschaffenheit erklären. Eine chemische Verschiedenheit des peripheren und des zentralen Nerven hatte ja auch schon Stransky gelegentlich seiner Untersuchungen über diskontinuierliche Zerfallsprozesse an der peripheren Nervenfaser annehmen zu müssen geglaubt.

Indes ergibt sich diese Annahme aus unseren Befunden durchaus nicht zwingend, wenn man berücksichtigt, daß vielleicht bei verschiedenem interstitiellen Gewebe, namentlich bei Vor-

handensein, respektive Fehlen der Schwannschen Scheiden der Farbstoff in verschiedener Intensität zu den Markscheiden durchdringen mag.

Aus diesen Ergebnissen der vergleichend anatomischen Untersuchung irgend welche Schlüsse auf die Pathologie der Tabes dorsalis zu ziehen, erschien ursprünglich kaum möglich zu sein. Indes folgende Überlegung führte zu einem nicht ganz unwichtigen Befund. Wenn Levi mit seiner Behauptung Recht hat, das Lumbosacralmark sei infolge der recht weit peripher gelegenen Glia-Bindegewebsgrenze in den hinteren Wurzeln ein Locus minoris resistentiae für die tabische Erkrankung, so sollte man erwarten, daß in Fällen, wo im Halsmark neben Degenerationen im Goll auch solche im Burdachschen Strange zu finden sind, wo mithin histologisch mit großer Wahrscheinlichkeit eine tabische Erkrankung der Cervikalwurzeln angenommen werden darf, auch das Cervikalmark solch einen Locus minoris resistentiae für die tabische Noxe enthielt. In der Tat ergab sich nun die überraschende Tatsache, daß fast in allen Fällen von Tabes, in welchen der krankhafte Prozeß auch die hinteren Wurzeln des Halsmarks ergriffen hatte, die Glia-Bindegewebsgrenze in der Cervikalanschwellung von dem durch Levi für das normale Rückenmark beschriebenen, wenn auch individuellen Schwankungen unterworfenen, so doch ziemlich gesetzmäßigen Verhalten abwich und mehr oder weniger weit in den extraspinalen Teil der hinteren Wurzel hinausgeschoben war (Fig. 5). Daß es sich in allen diesen Fällen etwa um eine pathologische Wucherung der Glia handeln sollte, kann wohl mit Bestimmtheit aus zwei Momenten ausgeschlossen werden. Einerseits geht die Bildung gliösen Gewebes bei der Tabes nicht als neoplastische mit Wucherungstendenz vor sich, sondern es substituiert das Stützgewebe lediglich zugrunde gegangene Nervensubstanz und zeigt sekundär dann viel eher noch das Bestreben zu schrumpfen, mithin gerade das Gegenteil von dem, was einem eventuellen Einwand als Stütze dienen könnte. Anderseits ist das gliöse Gewebe der Wurzel so regelmäßig angeordnet und zeigt eine so unverkennbare Analogie mit den bezüglichen Verhältnissen des Lumbalmarks beim Menschen und des Cervikalmarks gleicher Höhe beim Tiere, daß eine Wucherung von solcher Regelmäßigkeit und so bestimmten Begrenzungslinien wohl unbedingt negiert werden kann.

Wir müssen daher annehmen, daß die Rückenmarke dieser an cervikaler Tabes erkrankten Menschen schon von vorneherein eine in dieser Hinsicht abnorme Beschaffenheit hatten, welche vielleicht wirklich, wie es Levi angenommen hat, einen Locus minoris resistentiae für die tabische Erkrankung schafft.

Wenn Stern in einer kürzlich erschienenen Arbeit dargelegt hat, daß das Rückenmark des Tabikers ein auf infantiler Entwicklungsstufe persistierendes sei, so glaube ich hinzufügen zu können, daß das des cervikalen Tabikers nicht nur in onto-

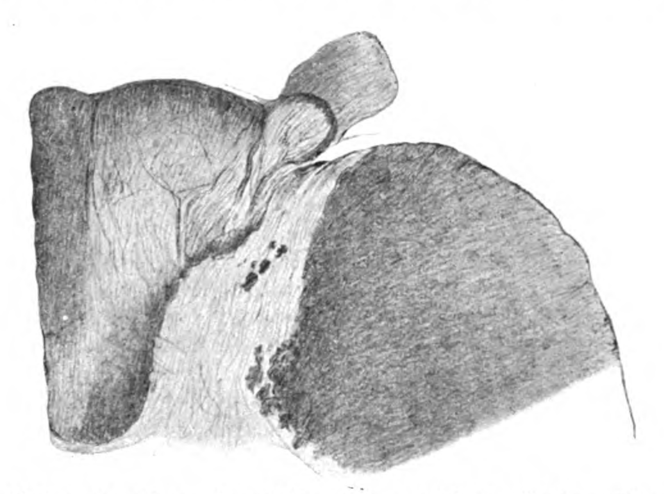


Fig. 5. Halsanschwellung eines Falles von cervikaler Tabes. Glia-Bindegewebsgrenze extramedullär. (Färbung nach Weigert-Czokor.)

genetischer, sondern auch in phylogenetischer Hinsicht gleichsam eine Hemmungsbildung darstellt, indem es in bezug auf den Übergang der Glia in das Bindegewebe der hinteren Wurzeln tierähnlich ist. Es folgt dem für das Tierreich gefundenen Gesetz, daß in den Anschwellungen des Rückenmarks im Hals- und Lendenteil die Glia-Bindegewebsgrenze hinausrückt in den extramedullären Wurzelabschnitt.

Es fand sich auch in einzelnen Fällen von lumbaler Tabes, ja sogar bei einigen wenigen nicht tabischen, darunter einem in der Sammlung als normal bezeichneten Rückenmark die Glia-Bindegewebsgrenze in der Halsanschwellung außerhalb des Bereiches des Rückenmarksquerschnittes. Möglich, daß in diesen

letzteren Fällen die Disposition zu einer tabischen Erkrankung bestanden hat und daß nur das auslösende Moment ausgeblieben ist.

Einerseits glaube ich also Levis Ansicht, das Hinausreichen der Glia in den extraspinalen Wurzelabschnitt biete einen Locus minoris resistentiae für die tabische Erkrankung, zustimmen, anderseits annehmen zu können, daß das an cervikaler Tabes erkrankte Rückenmark von vorneherein minderwertig war, insofern es auf einer phylogenetisch älteren Entwicklungsstufe stehen geblieben ist.

Zum Schlusse erübrigt es mir noch Herrn Hofrat Obersteiner für die Überlassung des Materiales, sowie für die werktätige Unterstützung bei dieser Arbeit meinen Dank auszusprechen.

Literatur.

Edinger L. und Helbing C., Über experimentelle Erzeugung tabesartiger Rückenmarkskrankheiten. Verhandl. d. Kongr. f. innere Medizin Bd. XVI, 1898. Wiesbaden, Verlag Bergmann.

Friedberger und Fröhner, Lehrbuch der speziell. Pathol. u. Therapie d. Haustiere. 6. Aufl., 1904.

Hatschek R., Über das Rückenmark des Delphins. Arb. a. d. Inst. f. Anat. u. Physiol. des Zentralnervensyst. d. Wr. Univ. Bd. IV. 1896.

Hatschek R., Über das Rückenmark des Seehundes (Phoca vitulina) im Vergleich mit dem des Hundes. Ebenda.

Hutyra und Marek, Spezielle Pathologie der Haustiere. Jena 1906.

Levi E., Studien zur normalen u. patholog. Anatomie der hinteren Rückenmarkswurzeln. Arb. a. d. neurol. Inst. Wien Bd. XIII, 1906.

Obersteiner, Anleitung zum Studium des Baues der nervösen Zentralorgane. 4. Aufl., 1901.

Obersteiner, Die Pathogenese der Tabes. Berl. klinisch. Wochenschr. 1897, Nr. 42.

Obersteiner und Redlich, Über Wesen u. Pathogenese der tabischen Hinterstrangsdegeneration. Arb. a. d. neurol. Inst. Wien Bd. II, 1895.

Pándy C., Die Entstehung der Tabes. Neurol. Centralblatt 1901, Nr. 23.

Redlich E., Die Pathologie der tabischen Hinterstrangserkrankung. Jena 1897.

Rothmann M., Über eine tabesartige Erkrankung beim Affen. Monatsschr. f. Psych. u. Neurol. Bd. XX. 1906.

Schneidemühl, Lehrbuch der vergleichenden Pathologie und Therapie des Menschen und der Haustiere. Leipzig 1898.

Schröder P., Über eine Hinterstrangs- und Sehnervenerkrankung beim Affen. Archiv f. Psychiatrie u. Nervenkr. Bd. XLIV. 1908.

Spielmeyer, Schlafkrankheit u. progressive Paralyse. München. mediz. Wochenschr., 1907, Nr. 22.

Spielmeyer, Die Trypanosomenkrankheiten. Jena 1908.

Stern B., Beitrag zur Kenntnis der Form u. Größe des Rückenmarksquerschnittes. Arb. a. d. neurol. Inst. Wien Bd. XIV.

Stransky E., Über diskontinuierliche Zerfallsprozesse an der peripheren Nervenfaser. Journal f. Psychologie und Neurologie 1903, Bd. I.

Tuczek F., Über die Veränderungen im Zentralnervensystem, spez. in den Hintersträngen des Rückenm., bei Ergotismus. Arch. f. Psych. Bd. XIII.

Vergleichend anatomische Studien über den Bau und die Bedeutung der Oliva inferior der Säugetiere und Vögel.

Von

Dr. E. M. Williams
(Philadelphia).

(Mit 9 Abbildungen im Text.)

Die Bestrebungen die Funktion der Olive festzustellen, sind trotz vieler darauf gerichteter Bemühungen bisher ziemlich erfolglos gewesen. Die wichtigste diesbezügliche neuere Arbeit, die von Keller, ist eigentlich in bezug auf die physiologische Bedeutung der Olive als resultatlos zu bezeichnen. Und es ist nur ein schwacher Versuch, den Lewandowsky macht, wenn er annimmt, daß die Olive mit den Zwangsbewegungen etwas zu tun haben müsse, da bei Verletzungen des Corpus restiforme neben den auf die Rückenmarksbahn zu beziehenden ataktischen Störungen Zwangsbewegungen auftreten.

Freilich hat man, immer ausgehend von dem Umstande, daß die Olive beim Menschen die scheinbar beste Entwicklung erreicht, diese zum Körpergleichgewicht in Beziehung gebracht, zur Statik bei der aufrechten Körperhaltung. Insbesondere hat Bechterew diese Meinung vertreten und Edinger, der ein ähnliches Thema, wie das vorliegende, zu bearbeiten die Absicht hatte, es aber, da diese vorliegende Arbeit bereits begonnen war, in freundlicher Weise unterließ, Edinger vertritt eine ganz ähnliche Anschauung. Es seien hier seine Ansichten, wie er sie freundlichst in einem Briefe an Obersteiner mitteilte, in extenso wiedergegeben: „Mir ist aufgefallen, daß die Oliven eigentlich nur bei dem aufrecht gehenden Menschen groß sind, daß schon der Orang kleinere hat und daß die anderen Affen, die ich kenne, nur kleine Oliven

haben, daß bei den übrigen Säugern die Größe immer mehr zurückgeht. Es wäre nun wichtig zu untersuchen, wie sich hier alle Arten verhalten, die mit hohen Beinen, die auf dem Bauch fast liegenden etc. Das wird bei Ihrem Material leicht möglich sein. Sollte die Olive nicht ein Apparat für die Ganghaltung sein? Die Hypertrophie eines kleineren andersartigen? Mir ist das sehr wahrscheinlich geworden. Mir scheint, daß sie aus dem Nucleus motorius tegmenti sich als Eigenapparat abschied."

Dieser Edingerschen Aufforderung soll nun im folgenden entsprochen werden, und zwar mit Hilfe des reichen vergleichend anatomischen Materiales, das im Besitze des Wiener neurologischen Institutes sich befindet. Für dessen Überlassung bin ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Hofrat Obersteiner, zu größtem Danke verpflichtet, ebenso wie für die freundliche Förderung meiner Arbeiten.

Es sollen nun zunächst die Oliven der verschiedenen Tierklassen beschrieben werden, wie sie sich am Weigert-Pal-Präparate repräsentieren. Danach wird sich dann aus der Zusammenfassung der Resultate eine allgemeinere Anschauung gewinnen lassen, die vielleicht geeignet ist, einiges Licht auf die Funktion der Olive zu werfen.

Pitheci.

Simia satyrus (Fig. 1).

Die Entwicklung sowohl als die Form der Olive ist gleich der des Menschen. Weniger gut entwickelt sind die Nebenoliven, obwohl sowohl eine dorsale, als ventrale vorhanden ist. Die ventrale Nebenolive zeigt an einem Schnitt eine Verschmelzung mit der Hauptolive. Die Faserverhältnisse sind denen beim Menschen analog, natürlich entsprechend der allgemeinen schwächeren Entwicklung ein wenig schwächer. Ein Nucleus arcuatus ist nachweisbar.

Hylobates niger.

Auch hier ist die Entwicklung der Olive ziemlich stark, wenn auch geringer als bei Simia. Die Windungen treten ähnlich wie beim Menschen deutlich hervor. Die ventro-mediale Nebenolive ist ziemlich mächtig entwickelt, sie besitzt zwei bis drei Lappen, die winkelförmig gestellt, nicht gegen die Olive, sondern gegen den Lemniscus geöffnet sind. Eine dorsale Nebenolive ist deutlich vorhanden und zeigt gleichfalls zwei Teile. Der Hilus der Olive ist medial geöffnet. Die olivocerebellaren Fasern lassen sich wie beim Menschen in retro-, intra- und prätrigeminale scheiden und sind alle deutlich entwickelt. Etwas weniger gut entwickelt sind die Fibrae arcuatae externae. Es findet sich kein Nucleus arcuatus.

Pithecus nasicus.

Auch hier ist die Olive noch windungsreich, obwohl sie etwas geringer entwickelt erscheint, als die des tiefer stehenden Cynocephalus. Die medioventrale Nebenolive steht in direkter Verbindung mit der Hauptolive, während die dorsale Nebenolive frei ist. Auch hier sieht der Hilus der Olive medialwärts. Während die prä- und retrotrigeminalen Fasern sehr gut entwickelt sind, gilt dies nicht für die intratrigeminalen Fasern. Die äußeren Bogenfasern sind weniger gut entwickelt, durchsetzen die Pyramide. Ein Nucleus arcuatus ist nicht vorhanden.

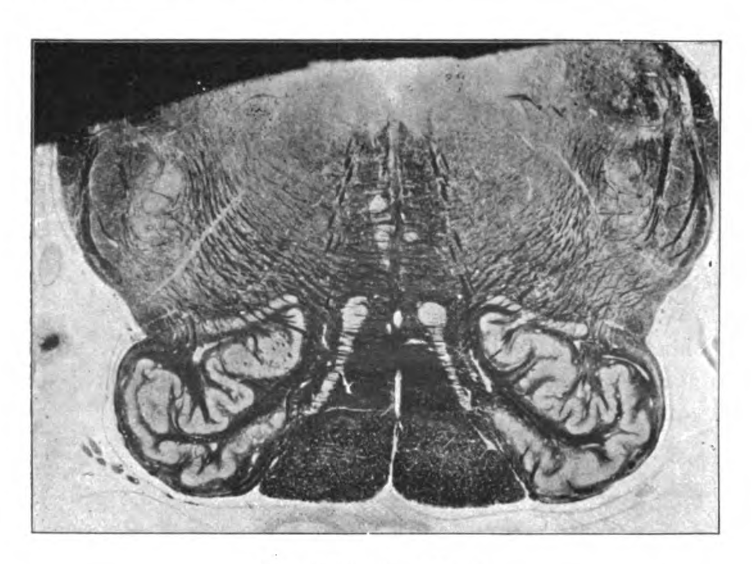


Fig. 1. Simia satyrus.

Cynocephalus hamadryas.

Die Olive ist ziemlich stark entwickelt, windungsreich. Die medioventrale Nebenolive ist anfangs frei, später jedoch verwächst sie mit der Hauptolive. Die sehr gut entwickelte winkelförmige dorsale Nebenolive ist ebenfalls frei. Die Fasern der Olive nähern sich in ihren Verhältnissen denen bei höheren Affen, nur die Fibrae arcuatae externae setzen durch die Pyramide, ein Nucleus arcuatus ist nicht vorhanden, ein Nucleus lateralis ist nicht besser entwickelt als beim Menschen und bildet gleichfalls ähnlich wie bei den übrigen Affen zerstreute Inselchen grauer Substanz, in der Substantia reticularis lateralis. Die Länge der Olive ist wie bei den übrigen Affen vom Auftreten des Hypoglossus bis zum Beginn des Fascialis.

Macacus rhesus.

Während bei den bisher geschilderten Affen die Form der Olive sich auf die des Menschen zurückführen ließ, ist dies hier nicht mehr der Fall,

indem statt der eigentümlicheu Windungen nur einzelne größere Schlingen auftreten, welche sich in Form eines S entwickeln. Allerdings treten auf der Höhe der Entwicklung an dieses S noch Nebenschlingen heran, so daß schließlich eine geschlossene Form mit medialem Hilus resultiert. So wird die Olive dann menschenähnlicher. Sie zeigt auch begleitende Nebenoliven, die weit kürzer sind als die Hauptolive. Zunächst beginnt die ventrale Nebenolive aufzutreten, die mit der Hauptolive verschmilzt, später die kürzere dorsale Nebenolive, die gleichfalls verschmilzt. Die olivo-cerebellaren Fasern unterscheiden sich wenig von denen der anderen Affen, doch ist die prätrigeminale Gruppe am besten entwickelt. Die Fibrae arcuatae externae sind kaum zu sehen, ein Nucleus arcuatus nicht vorhanden.

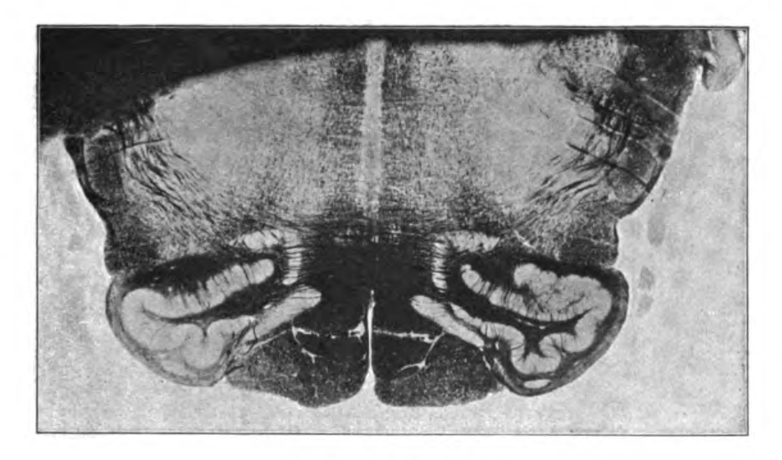


Fig. 2. Ateles niger.

Ateles niger (Fig. 2).

Auch hier beginnt das Olivengebiet mit der medio-ventralen Nebenolive. Die Hauptolive ist auffallend stark entwickelt und erinnert in ihrer Form ganz an die des Menschen. Die dorsale Nebenolive ist gleichfalls mächtig entwickelt und winkelig geknickt. Beide Oliven sind frei. Die olivocerebellaren Fasern sind jedoch weniger distinkt als bei den höheren Affen, indem sie nur zwei Bündel erkennen lassen. Das eine, das retrotrigeminale fehlt. Fibrae arcuatae externae sind gut entwickelt, doch fehlt ein Nucleus arcuatus. Die Olive ist hier so gut entwickelt, daß die Oberfläche der Medulla oblongata vorgewölbt wird, wie es sich sonst nur bei den höheren Affen findet. Der Nucleus lateralis ist gut entwickelt.

Lemur varius (Fig. 3).

Hier zeigt die Olive wiederum die Form eines S, doch bekommt sie auf der Höhe der Entwicklung an der unteren Schlinge des S einen weiteren Schenkel. Die medio-ventrale Nebenolive erscheint angedeutet, ist aber in direkter Verbindung mit der Hauptolive. Eine dorsale Nebenolive wird ver-

mißt. Fast alle olivo-cerebellaren Fasern sind als prätrigeminale zu bezeichnen, nur einzelne liegen intratrigeminal. Letztere setzen auch nur durch die Substantia gelatinosa. Eine kleine Menge von Fibrae arcuatae externae sind nachweisbar. Ein Nucleus arcuatus fehlt. Der Nucleus lateralis ist deutlicher, doch ist eine Unterbrechung der Fibrae arcuatae externae in ihm nicht sicher nachweisbar.

Diesen eigenen Befunden sind noch die Angaben Edingers und Ziehens in bezug auf die Affen anzufügen. Der erstere bemerkt, daß der Nucleus arcuatus in der Medulla oblongata der Säugetiere sich findet. Die Angabe Zingerles, daß die

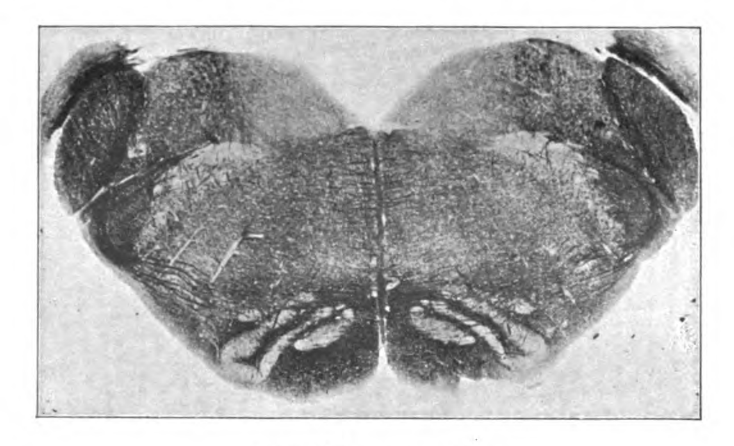


Fig. 3. Lemur varius.

Nuclei arcuati eine dem Menschen eigentümliche Bildung seien, wäre dahin zu vervollständigen, daß sie sich auch bei dem von uns untersuchten menschenähnlichen Affen (Orang) finden. Ziehen hebt die besonders gute Entwicklung der Olive bei den Antropomorphen hervor, die sowohl in der Haupt- als in der Nebenolive menschenähnlich sei, ähnlich wie Kallius dies beim Schimpansen erwähnt. Die Fältelung der Olive falle insbesondere beim Hylobates ins Auge, während sie bei den niederen Affen geringer sei.

Zusammenfassung.

Bei den Affen läßt sich in der absteigenden Reihe deutlich eine Abnahme des Windungsreichtums der Olive erkennen. Während sie beim Orang und Hylobates menschenähnlich ist, zeigen der Macacus und der Lemur nur mehr einfache

Schlingenformen. Auffällig ist im Gegensatze hierzu die starke Entwicklung der Olive beim Ateles, die so mächtig ist, daß sie eine Prominenz an der Oberfläche erzeugt, wie sie so deutlich sonst nur dem Orang zukommt. Bei den Affen finden sich ferner beide Nebenoliven; die medio-ventrale, die immer einen direkten Zusammenhang mit der Hauptolive erkennen läßt, ferner eine dorsale, die zum Teil geringer, zum Teil besser (Ateles) entwickelt ist als die des Menschen. Der Hilus der Olive liegt bei allen Affen medial. Letztere erstreckt sich vom Hypoglossusbeginn bis zum Fascialisbeginn. Den Anfang macht gewöhnlich die Nebenolive, und zwar in ihrem ventralen Aste. Doch sind die Nebenoliven beide kürzer als die Hauptolive, die dorsale kürzer als die ventrale. Die olivo-cerebellaren Fasern sind meist gut entwickelt und in die bekannten drei Bündelgruppen geteilt, doch fehlt gelegentlich eines dieser, meist das retrotrigeminale, wobei dann die anderen etwas stärker entwickelt sind. In allen Fällen sind die Fibrae arcuatae externae vorhanden, setzen aber meist durch die Pyramide. Ein Nucleus arcuatus findet sich nur bei Simia. Der Nucleus lateralis ist mäßig gut entwickelt, läßt aber keine Unterbrechung der Fibrae arcuatae externae erkennen.

Chiropteren.

Pteropus edulis (Fig. 4).

Die Olive beginnt im Hypoglossusgebiete mit der medio-ventralen Nebenolive, die verhältnismäßig besser entwickelt ist als bei anderen Tieren Sie ist mit der Hauptolive in Verbindung. Letztere läßt sich in ihrer Form kaum beschreiben, anfangs ganz unregelmäßig mit mehreren Windungen zeigt sie auf der Höhe der Entwicklung Hufeisenform mit dorso-lateralwärts gerichteter Öffnung. Cerebralwärts besteht die Olive aus rundlichen Zellgruppen, die lappig angeordnet sind, von denen eine den Eindruck einer dorsalen Nebenolive hervorruft. Die olivo-cerebellaren Fasern sind vorwiegend prätrigeminale. Letztere zeigen mit den Fibrae arcuatae externae Beziehungen, indem sich beide in den mächtig entwickelten Nucleus lateralis verfolgen lassen. Ein Nucleus arcuatus ist nicht vorhanden. Die Olive endet erst im Facialisgebiet.

Vesperugo serotinus.

Die Olive beginnt als eine dreieckige Zellgruppe zwischen den Lemnisci. Sie hat die größere Seite ventralwärts und die Spitze dorsal gerichtet. In dem Gebiet der besten Entwicklung des Hypoglossus zeigt sich eine gewisse Andeutung einer Windung, welche jedoch bald wieder cerebralwärts in die Dreiecksform übergeht. Auf der Höhe der Entwicklung kann man vielleicht

auch eine Nebenolive erkennen, die selbstverständlich ventral ist und mit der Hauptolive verschmilzt. Die olivo-cerebellaren Fasern sind mit Ausnahme einiger retrogeminaler alle prätrigeminal, was wohl mit der eigentümlichen Schiefstellung der Olive zusammenhängt. Der Nucleus lateralis ist sehr groß und unterbricht die gut entwickelten Fibrae arcuatae externae. Ein Nucleus arcuatus ist nicht vorhanden.

Vespertilio mystacinus.

Die Form der Olive ist ähnlich der von Vesperugo. Dieselbe ist nur ein wenig besser entwickelt, was auch für die Fasern gilt. Die Unterbrechung im Nucleus lateralis ist keine so gute, wie bei Vesperugo.

Draesecke beschreibt die Olive von Vesperugo und hebt hervor, daß sie dreieckig ist und daß der Hypoglossus meist

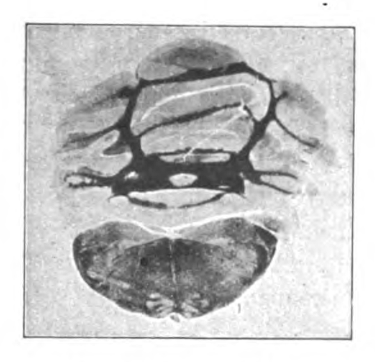


Fig. 4. Pteropus edulis.

lateral von der Olive vorbeizieht, selten sie in ihren lateralsten Partien durchsetzt.[1]

Zusammensetzung.

Die Olive der Chiropteren besitzt einen lappigen Bau und läßt auf der Höhe der Entwicklung einen dorso-lateralwärts gerichteten Hilus erkennen. Bei Vesperugo und Vespertilio tritt dieser lappige Bau am Anfang und Ende vollkommen zurück, wogegen sich eine kompakte Masse findet. Es ist unter solchen Verhältnissen schwer eine Nebenolive abzuscheiden, doch kann man Andeutungen derselben wenigstens beim Pteropus erkennen. Auffallend gut sind die Faserverhältnisse. Während ein Nucleus arcuatus fehlt, ist der Nucleus lateralis überaus stark entwickelt und läßt eine Unterbrechung der Fibrae arcuatae externae und der retrogeminalen Fasern erkennen.

Carnivoren.

Felis domestica (Fig. 5).

Im Gebiete der Schleifenkreuzung zeigt sich der erste Beginn der Olive. Sie entwickelt sich allmählich in zwei Windungem, die eng aneinanderschließen, so daß die Form eines S zustande kommt. Die ventrale Schlinge hat ihre Öffnung ventro-lateral, die dorsale dorso-medial. Eine Nebenolive ist eigentlich nicht zu differenzieren, obwohl vielleicht ein Teil der ventralen Schlinge als solche aufgefaßt werden könnte. Die olivo-cerebellaren Fasern sind fast durchgehend retrotrigeminal, was wohl mit der eigentümlichen Vertikalstellung der spinalen Trigeminuswurzel zusammenhängt. So kommt

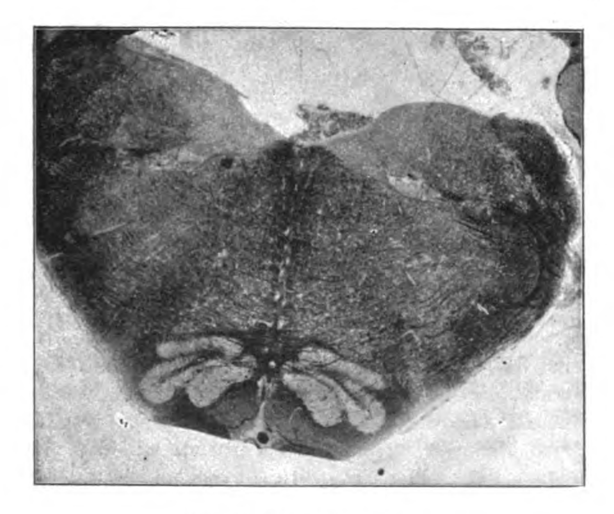


Fig. 5. Felis domestica.

es, daß die intratrigeminalen Fasern bloß durch die Substantia gelatinosa ...tzen. Die Fibrae arcuatae externae und die nicht besonders gut entwickelten ...ätrigeminalen Fasern finden ihre Unterbrechung in dem überaus mächtig entwickelten Nucleus lateralis. Hervorzuheben ist noch, daß sich zwischen beiden Lemnisci ein kleiner Kern findet, der vielleicht mit dem Nucleus arcuatus deshalb zu homologisieren ist, weil er in dem Schleifengebiet ganz ventral liegt.

Canis familiaris.

Die Olive, welche bereits im Gebiete der Pyramidenkreuzung beginnt, hat gleichfalls die Form eines S, ähnlich jener der Katze. Hier kann man eher von einer medio-ventralen Nebenolive sprechen, obwohl auch hier diese nicht frei gefunden wird. Während jedoch bei der Katze diese S-Form die Höhe der Entwicklung anzeigt, findet sich beim Hund auf der Höhe der Entwicklung eine Vermehrung der Schlingen derart, daß dorsal und ventral

kleine Anhänge an dem S erscheinen, die der Olive eine unregelmäßige Form geben. Sie endet erst im Gebiete des Facialis. Während die prätrigeminalen Fasern hier am spinalsten auftreten, finden sich die retrotrigeminalen mehr cerebral, die intratrigeminalen zwischen beiden. Die Fibrae arcuatae externae durchsetzen die Pyramide und münden in den großen Nucleus lateralis. Ein Nucleus arcuatus fehlt.

Mustela foina.

Auch hier beginnt die Olive bei der Pyramidenkreuzung, um bald die Form eines S zu bekommen. Da aber der mediale Teil stark verdickt ist und wiederholte Teilungen aufweist, so ist es schwer, hier deutliche Lappen und Schlingen zu unterscheiden. Auf der Höhe der Entwicklung weist die Olive zwei ventrale und eine dorsale Öffnung auf. Der medialste der Lappen der Olive ist vielleicht als Nebenolive zu bezeichnen. Die olivo-cerebellaren Fasern sind sehr gut entwickelt, sonst sind die Verhältnisse gleich denen beim Hunde.

Lutra vulgaris.

Die Olive beginnt mit einem Lappen, der ganz das Aussehen einer medio-ventralen Nebenolive hat. Es finden sich dazu aber gleich eine Reihe von unregelmäßigen Lappen, so daß schließlich die Form eines ganz unregelmäßigen S zustande kommt. Eine dorsale Nebenolive fehlt sicher. Von den olivo-cerebellaren Fasern sind am besten die prätrigeminalen entwickelt. Auffallend spärlich die retrotrigeminalen. Die Olive ist sehr kurz. Die übrigen Verhältnisse wie bei den vorgenannten Tieren.

Nasua.

Hier sind die Verhältnisse fast analog jenen der Katze. Die Fibrae arcuatae externae, die im Nucleus lateralis unterbrochen werden, lassen sich dann an der Außenseite der Medulla gegen das Corpus restiforme zu verfolgen, sie sind hier aber im innigsten Verbande mit den prätrigeminalen Fasern, so daß man diese beiden Gruppen nicht voneinander unterscheiden kai
Die Olive endet im Facialisbeginn.

Ursus maritimus.

Im Gebiete der Schleifenkreuzung ist die Olive bereits zu sehei
Auch hier sind wieder ähnliche Verhältnisse wie bei der Katze, nur ist der medio-ventrale Teil sehr mächtig entwickelt, ist jedoch mit der Hauptolive verbunden. Hier sind meist prätrigeminale Fasern vorhanden. Trotz der mächtigen Entwicklung des Lateralkerns ist hier die Unterbrechung de Fibrae arcuatae externae nicht sehr deutlich. Ein Nucleus arcuatus fehlt.

In der Literatur finden sich Angaben über die Raubtierolive hauptsächlich bei Ziehen. Er beschreibt die Olive ohne deutliche Fältelung, aus ziemlich scharf abgegrenzten Lappen bestehend, die blätterförmig übereinander lagern. Ihre Lage in der Nähe der Raphe bewirkt, daß der Hypoglossus meist lateral vorbeigeht.

Zusammenfassung.

Die Grundform der Olive ist bei den Raubtieren ein S. Gewöhnlich tritt an diese Grundform noch eine Schlinge. Es finden sich dann drei Öffnungen, von denen die ventrale und dorsale lateral, die dazwischen befindliche medial gerichtet ist. Der Beginn der Olive ist ungleich. Bei den einen ist es das Hypoglossusgebiet, bei den anderen bereits die Schleifenkreuzung, die den Beginn charakterisiert. Das vordere Ende trifft mit dem Beginn des Facialiskerns zusammen. Eine medio-ventrale Nebenolive scheint anfänglich vorhanden zu sein, doch erweist sich diese bald als einer der Windungsschenkel des S der Hauptolive. Eine dorsale Nebenolive fehlt vollkommen. Die olivocerebellaren Fasern sind in all ihren Bündeln vorhanden, doch ist deren Entwicklung eine verschiedene. So z. B. finden wir bei der Katze vorwiegend die retrotrigeminalen Fasern entwickelt, bei Lutra mehr die prätrigeminalen. Insbesondere bemerkenswert ist der Verlauf der intratrigeminalen Fasern, welche infolge der Vertikalstellung der spinalen Trigeminuswurzeln nur deren Substantia gelatinosa berühren. Am besten entwickelt sind doch meist die prätrigeminalen Fasern und auch die Fibrae arcuatae externae. Ein Nucleus arcuatus fehlt, nur bei der Katze zeigt sich ventral zwischen beiden Lemnisci ein Kern, der möglicherweise mit dem Nucleus arcuatus zu identifizieren ist. Im Gegensatze dazu ist der Nucleus lateralis überall sehr mächtig entwickelt und man kann deutlich sehen, wie sich die Fibrae arcuatae externae einerseits, die prätrigeminalen anderseits in ihm entbündeln.

Pinipedia.

Phoca vitulina.

Die Olive reicht vom Gebiete des Hypoglossus bis in das des Facialis. Anfangs findet sich nur eine zerstreute Zellmasse, aus welcher aber deutlich die Entwicklung der Hauptolive zu verfolgen ist. Später zeigen sich deutlich drei Teile der Olive. Der ventrale, am besten entwickelte, entspricht der medio-ventralen Nebenolive. Der dorsale, nur aus einem Lappen bestehende ist die dorsale Nebenolive, während zwischen beiden ein ziemlich windungsreiches Gebiet die Hauptolive darstellt. Allerdings sind die Windungen nicht so gut entwickelt, wie bei den Affen. Der Hilus der Olive ist medial gerichtet. Die olivo-cerebellaren Fasern sind überaus mächtig, meist prätrigeminale. Intratrigeminale kann man nicht mit Sicherheit unterscheiden. Die Fibrae arcuatae externae sind deutlich vorhanden und in dem ziemlich großen Nucleus lateralis unterbrochen. Dieser zeigt einen dorsalen und

ventralen Teil, welch letzterer die prätrigeminalen Fasern teilweise aufnimmt. Ein Nucleus arcuatus ist nicht vorhanden.

Zusammenfassung.

Die nicht sehr windungsreiche Olive nähert sich jener der Affen mehr, als jener der Raubtiere. Insbesondere dadurch, daß die medio-ventrale Nebenolive und auch die dorsale vollkommen separiert sind. Von den olivo-cerebellaren Fasern fehlen die intratrigeminalen. Sonst ist nur die Zweiteilung des Nucleus lateralis hervorzuheben, wodurch wiederum eine Annäherung an die Affengruppe erreicht wird.

In der Literatur finden sich gerade über die Pinipedier mehrere Arbeiten. So insbesondere die von Draeseke, der bei Phoca barbata keine Nebenolive mit Sicherheit sehen kann. Er findet auch eine kleine Zellanhäufung, die zwischen den Pyramidenfasern versteckt ist und deutet sie als Nucleus arcuatus. Sonst sind die Fibrae arcuatae externae in dem Nucleus lateralis unterbrochen. Bei Phoca vitulina führt er die Angaben von Serres an, welcher die Olive mit jener des Menschen ziemlich gleichstellt, während Tiedemann meint, die Olive sei kaum sichtbar, trotzdem er ihre Länge mit 7·7 *mm*, ihre Breite mit 2·8 *mm* angibt. Auch Spitzka behauptet Theodor gegenüber, daß beim Seehund eine Olive vorhanden sei, die sogar eine deutliche Anschwellung und Vorwölbung hervorbringt.

Insektivoren.

Erinaceus europaeus.

Die Olive beginnt als eine dreieckige Zellmasse neben der Mittellinie der Medulla. Die Basis des Dreiecks findet sich ventralwärts. Die Höhe dieser Masse ist größer als deren Breite. Eine Windungsandeutung ist nicht vorhanden. Lateral finden sich in dem Winkel des Dreiecks mehr quergetroffene Fasern als mediale. Die Fasern sind beinahe alle prätrigeminal, doch fanden sich auch einzelne retro- und intratrigeminale. Die Fibrae arcuatae externae sind im Lateralkern unterbrochen und mischen sich dann mit den prätrigeminalen, die sich gleichfalls im Lateralkern teilweise aufsplittern. Ein Nucleus arcuatus fehlt.

Talpa europaea.

Auch hier ist die Olive eine geschlossene Masse, wenig differenziert und unscharf von der Umgebung abgegrenzt. Die Lage zu den Pyramiden ist verschieden. Anfangs liegen diese medial von der Olive, später ventromedial, schließlich ventral. Auch hier sind die olivo-cerebellaren Fasern meist prätrigeminale und verschmelzen mit den Fibrae arcuatae externae.

Der Nucleus arcuatus fehlt, der Nucleus lateralis ist weit kleiner als bei anderen Tieren.

In der Monographie Gansers über den Maulwurf finden sich keine Angaben, die wesentlichen Aufschluß über die Olive geben.

Zusammenfassung.

Die Olive stellt eine solide, am Querschnitt dreieckige Masse dar, mit wechselnden Lagebeziehungen zur Pyramide. Die olivo-cerebellaren Fasern gehen von dem lateralen Winkel des Dreiecks aus und sind vorwiegend prätrigeminale. Die Fibrae arcuatae externae durchsetzen die Pyramide. Sie lassen sich zum Teile bis in die Nähe der Olive, zum Teile in den Nucleus lateralis verfolgen. Ein Nucleus arcuatus fehlt.

Rodentia.

Dipus aegypticus.

Die Olive beginnt im Gebiete des Hypoglossuskerns in der Form einer medio-ventralen Nebenolive. Später treten andere Lappen hinzu, so daß die Form eines S entsteht, allerdings undeutlich. Cerebraler zeigen sich dann drei Blätter. Die Olive liegt nahezu neben der Raphe, doch sind einzelne quergetroffene Fasern zwischen den beiden Oliven. Die olivo-cerebellaren Fasern sind vorwiegend prä- und retrotrigeminale, intratrigeminale fehlen, und auch die Fibrae arcuatae externae sind schwer zu unterscheiden. Ein Nucleus arcuatus fehlt.

Cricetus frumentarius.

Auch hier beginnt die Olive als medio-ventrale Nebenolive, doch zeigt sich bald eine Verbindung dieses Teiles mit jenem der anderen Seite. Auf der Höhe der größten Entwicklung besteht die Olive aus drei Blättern. Sie ist mit der anderen Seite in der ganzen Länge verbunden. Bezüglich der Fasern gilt das vom Dipus Gesagte.

Mus musculus.

Hier besteht die Olive aus zwei Teilen, deren ventraler wiederum mit dem der anderen Seite verbunden ist. Darüber befindet sich die Hauptolive, die allmählich die Form eines S annimmt, das allerdings nicht so regelmäßig ist, wie bei den Raubtieren. Die beiden Teile verschmelzen miteinander. Hier sind die prätrigeminalen Fasern wieder mächtig entwickelt, die retrotrigeminalen fehlen, während die intratrigeminalen deutlich vorhanden sind. Auch die Fibrae arcuatae externae sind deutlich vorhanden und in dem relativ kleinen Nucleus arcuatus unterbrochen; ein Nucleus arcuatus fehlt.

Mus rattus.

Auch hier finden sich wesentlich zwei Teile der Olive, ein medio-ventraler, zweilappiger und ein mehr dorsal gelegener, die Hauptolive formierender. Beide verschmelzen jedoch miteinander und es zeigt sich dann, daß die Form der Olive die eines großen S ist. Der medio-ventrale Teil ist

relativ kurz. Am besten sind von den Fasern die retrotrigeminalen abzuscheiden. Sonst sind die Verhältnisse ähnlich wie bei der Maus.

Spalax typhlus.

Auch hier beginnt die Olive wie eine medio-ventrale Nebenolive, um später die Form eines unregelmäßigen S anzunehmen. Die Windungen dieses letzteren sind besser entwickelt als beim Mus rattus. Sonst analoge Verhältnisse wie bei dieser, nur daß der Nucleus lateralis weniger gut entwickelt ist.

Hystrix cristata.

Hier ist die Olive noch besser entwickelt, als bei den eben erwähnten Tieren und zeigt auf der Höhe der Entwicklung die Form eines doppelten S. Die olivo-cerebellaren Fasern sind in allen drei Gruppen vorhanden. Am besten entwickelt sind die prätrigeminalen, welche durch die Olive durchsetzen. Auch die Fibrae arcuatae externae sind deutlich entwickelt und der Nucleus lateralis größer als bei den früheren Vertretern dieser Klasse. Ein Nucleus arcuatus fehlt.

Cavia cobaya.

Auch bei dem Meerschweinchen ist die Olive ziemlich gut entwickelt, läßt aber keinerlei Nebenoliven erkennen. Auch hier ist man imstande, die Form eines S auf der Höhe der Entwicklung zu erkennen, doch legt sich in die ventrale Schlinge ein Lappen ein. Die Faserverhältnisse sind ähnlich wie beim Stachelschwein, insbesondere sind prätrigeminale vorhanden. Die Fibrae arcuatae externae setzen sowohl durch die Pyramide, als um dieselbe herum. Der Nucleus lateralis erreicht nicht die Größe wie beim Stachelschwein. Nucleus arcuatus fehlt.

Lepus cuniculus.

Die Olive ist wiederum besser entwickelt als bei dem Meerschweinchen, doch läßt sich auch hier die S-Form erkennen. Sie ist sehr groß und besitzt keinerlei Nebenoliven. Die Faserverhältnisse sind gleichfalls ähnliche wie bei dem letzterwähnten Tier, nur daß die retrotrigeminalen Fasern besser entwickelt sind als früher. Auch der Lateralkern ist ziemlich groß.

In der Literatur sind vorwiegend die Bemerkungen Ziehens hervorzuheben. Es sei zunächst hingewiesen auf den frühen Beginn der Olive, die noch vor der Pyramidenkreuzung auftritt. Bei Haller findet sich in der Monographie über das Gehirn der Maus keine Bemerkung wesentlicher Bedeutung.

Zusammenfassung.

Im Gegensatze zu den Insektivoren zeigt die Olive der Rodentia eine etwas bessere Entwicklung, insbesondere deshalb, weil sie keine kompakte Masse mehr bildet, sondern Ansätze zu Windungen zeigt. Diese sind allerdings keineswegs so ausgeprägt wie bei den höheren Tieren und erreichen höchstens die Form eines undeutlichen S. Auffallend ist die geringe Ausbildung

der Olivenzwischenschicht, die bei einzelnen Vertretern, wie bei Mus musculus, Cricetus frumentarius und Mus rattus nahezu zu einer Verschmelzung der beiden Oliven führt. Von einer Nebenolive ist überhaupt nicht zu sprechen. Die Olivenfasern sind meist prätrigeminal; intratrigeminale fehlen völlig, offenbar infolge der auffallenden Vertikalstellung der spinalen Trigeminuswurzeln. Ein Nucleus arcuatus fehlt. Auch der Nucleus lateralis ist sehr schwach entwickelt, doch sind die Fibrae arcuatae externae nachzuweisen, wenn auch nicht so gut entwickelt, wie bei den übrigen Tieren. Auffällig ist die große Differenz in der Entwicklung der Olive bei den Vertretern der verschiedenen Gruppe dieser Tierklasse.

Ungulaten.

Sus scrofa.

Erst im Gebiete des Hypoglossuskerns erscheint die Olive als ein kleiner am dorsalen Rand der Pyramide gelegener Lappen, an den sich schließlich durch Teilung und Anlagerung neue bilden, die zusammen die Form eines undeutlichen S annehmen. Bald aber wird der ventrale Lappen dieses S verlängert und unregelmäßig gewunden, die Lappen verschmelzen miteinander, so daß keine rechte Form erkennbar ist. Erst cerebralwärts kommt wieder die S-Form zustande. Ventro-medial von der Olive befindet sich eine kompakte, am Querschnitt dreieckige Masse, welche durch ihre ganze Länge vom Körper der Olive abgetrennt ist. Dorsal findet sich ein mehr kommaförmiges Gebilde, das gleichfalls durch seine ganze Länge die Selbständigkeit beibehält. Die Olive auf der Höhe zeigt nicht die gute Entwicklung der Rodentia, sondern besteht aus einer einzigen Schlinge, beinahe kreisförmig mit einer Einsenkung an der ventralen Seite. Die olivocerebellaren Fasern sind vorwiegend prätrigeminale, retrotrigeminale fehlen völlig, intratrigeminale lassen sich nur in das Gebiet der Substantia gelatinosa verfolgen. Im Verhältnis zur Größe der Olive sind die olivocerebellaren Fasern nicht so zahlreich, wie bei den anderen Tieren. Auch der Lateralkern ist nicht so mächtig entwickelt, als man erwarten könnte. Er nimmt die durch die Pyramide ziehenden Fibrae arcuatae externae auf, die sich dann jenseits vom Kern mit den prätrigeminalen vermischen. Ein Nucleus arcuatus fehlt.

Bos taurus.

Die Olive zeigt gewisse Ahnlichkeiten mit jener des Schweines, ist jedoch wesentlich einfacher als bei diesem Tier. Die beiden Nebenoliven hängen hier vollständig mit der Hauptolive zusammen, letztere ist ziemlich stark entwickelt und bildet ein ziemlich undeutliches S. Hier sind intratrigeminale Fasern deutlich zu erkennen, laufen aber wegen der eigentümlichen Schrägstellung der Trigeminuswurzeln nur durch die dorsalen Anteile der Substantia gelatinosa. Retrotrigeminale sind kaum vorhanden. Sonst wie beim Schwein.

Camelus dromedarius (Fig. 6).

Auch hier zeigt die Olive im wesentlichen die Form eines S und läßt wie beim Schwein eine dorsale Nebenolive vollkommen separiert erkennen. (Nicht zu verwechseln mit dem dorsalen noch isolierten Schenkel des S im Bilde.) Die Bogenfasern sind wieder vorwiegend prätrigeminale, die im Nucleus lateralis unterbrochen werden. Die Fibrae arcuatae externae setzen durch die Pyramide und um dieselbe herum.

Equus caballus.

Während die Hauptolive wiederum die Form eines undeutlichen S bildet, zeigt sich ventro-medial eine dreieckige, unscharf begrenzte Masse,

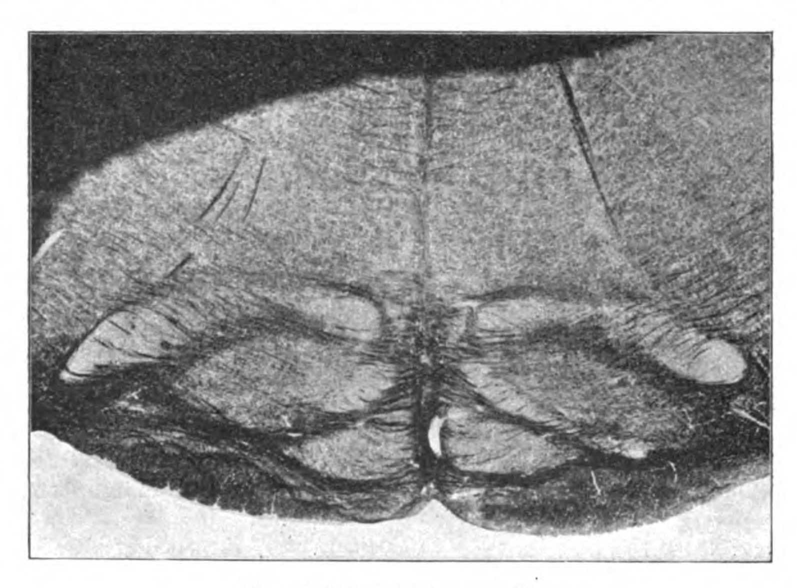


Fig. 6. Camelus dromedarius

die den Eindruck einer Nebenolive hervorruft, aber keineswegs vollständig isoliert bleibt. Das gleiche gilt für eine ähnliche dorsalgelegene Masse, die gleichfalls mit dem Olivenkörper verbunden ist. Von den Fasern sind wieder nur die prätrigeminalen besonders bemerkenswert, retrotrigeminale nur spärlich vorhanden. Auch die Fibrae arcuatae externae sind nicht besonders zahlreich und setzen durch die Pyramiden. Der Lateralkern ist klein und läßt hier nicht deutlich erkennen, wie sich die Bogenfasern zu ihm verhalten. Ein Nucleus arcuatus fehlt.

Ziehen schreibt von der Olive der Ungulaten, daß sie jener der Carnivoren vergleichbar sei, allerdings weniger gut entwickelt als diese, was durch die vorliegenden Untersuchungen vollinhaltlich bestätigt werden kann.

Zusammenfassung.

Sowohl bei den Artiodactylen, als bei den Perissodactylen bildet die Olive ein von obenher etwas flach gedrücktes, nicht ganz deutliches S. Man kann erkennen, wie der dorsale Schenkel des S anfangs isoliert den Eindruck einer dorsalen Nebenolive (Kamel Fig. 6) hervorruft, die auch tatsächlich bei einzelnen, z. B. dem Schwein, vorhanden zu sein scheint. Medio-ventral oder eigentlich fast ventral befindet sich eine dreieckige oder unregelmäßig geformte Masse, die als ventrale Nebenolive anzusprechen ist. Sie bleibt fast immer isoliert von der Hauptolive. Ferner ist charakteristisch für diese Tiergruppe, daß die olivo-cerebellaren Fasern meist prätrigeminale sind, während die retrotrigeminalen mitunter fehlen, mitunter spärlich entwickelt erscheinen. Die intratrigeminalen sind gleichfalls kaum angedeutet. Sie kommen deshalb weniger in Frage, weil die spinale Trigeminuswurzel fast rein vertikal gestellt ist. Die Fibrae arcuatae externae sind gleichfalls spärlich entwickelt und lassen sich in einen nur schwach entwickelten Nucleus lateralis verfolgen. Der Nucleus arcuatus fehlt.

Natantia.

Phocaena communis.

Schon in ihrem Beginne besteht die Olive aus zwei Lappen, welche in dem medio-ventralen Teil der Medulla schiefgestellt erscheint. Die Substanz dieser Teile wird von vielen Fasern durchsetzt. Ventral von diesen Lappen findet sich im Gebiete der Pyramiden eine neuerliche Ansammlung grauer Substanz von einem feinen Fasernetz durchzogen. Von dieser Substanz aus entwickelt sich eine kleine Fläche, die in ihrem Aussehen der Substantia gelatinosa gleicht und eine Schlinge bildet, deren Öffnung lateralwärts gerichtet ist. In diese Öffnung strahlen die Bogenfasern ein und dieser Teil besitzt ein deutliches Vließ. Cerebraler nimmt diese eben geschilderte graue Substanz Dreiecksform an, doch zeigt das obere Ende und das untere Ansätze zur Windungsbildung. Parallel dem erstgeschilderten vertikalen Lappen findet sich ein zweiter, etwas kleinerer, später, wenn diese drei geschilderten Oliventeile ihrem Ende sich nähern, erscheint ein neuer Teil mit ähnlicher Form, wie die Hauptolive der früher geschilderten Tiere. Er hat die Form einer Schlinge mit dorsaler Öffnung. Was die olivocerebellaren Fasern anlangt, so sind hier alle drei Formen vorhanden, doch sind die prätrigeminalen keineswegs so mächtig entwickelt, wie dies bei den früheren Tieren der Fall war. Fibrae arcuatae externae sind kaum sichtbar. Eine kleine graue Fläche ventral von dem dreieckigen Gebiet der Olive ist vielleicht eine Andeutung des Nucleus arcuatus.

Delphinus tursio (Fig. 7).

Die Olive erscheint hier zunächst als eine dreieckige Masse, knapp neben der Raphe und ist mit der der Gegenseite verschmolzen. Die Basis des Dreiecks steht ventral. Ferner findet sich eine große, ovale graue Masse, ventro-lateral von dieser ersten. Schließlich liegt dorso-lateral davon eine schlingenförmige Anhäufung grauer Substanz. Diese genannten drei Kerne werden zunächst cerebralwärts immer größer, insbesondere der letztgenannte, der zudem eine unregelmäßige Form annimmt. Der am nächsten der Raphe gelegene Kern nimmt dann ab. Ganz ventral findet sich zwischen den ovalen großen Kernen eine dreieckige Masse, die keinen Zusammenhang mit den anderen Kernen besitzt und beiderseits bis an die Raphe reicht.

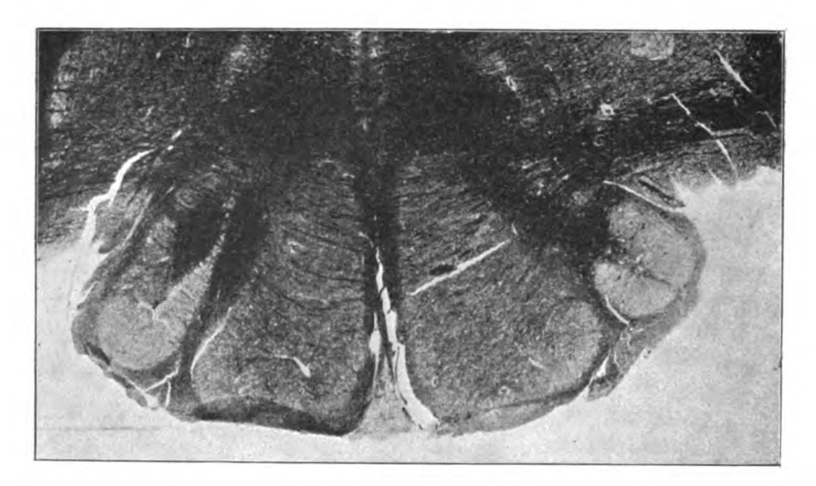


Fig. 7. Delphinus tursio.

Cerebralwärts verschwinden zunächst die Kerne neben der Raphe, dann der schlingenförmige dorsale, schließlich der ventrale, dessen Oval zuvor durch Fasern in zwei Teile geteilt wird. Die prätrigeminalen Fasern sind hier wieder sehr deutlich und strahlen durch den ovalen Kern zur Raphe. Die Fibrae arcuatae externae sind undeutlich, kaum zu verfolgen. Der Nucleus lateralis sehr klein.

In der umfassenden Darstellung des Hirnstammes des Delphins von Hatschek und Schlesinger wurde dem eigenartigen Verhalten der Olive viel Aufmerksamkeit geschenkt. Sie finden, daß diese Olivenbildung etwas den Cetaceen Eigentümliches sei und schon makroskopisch eine Vorwölbung der Oblongata zu beiden Seiten bildet. Die Größe der Olive übertrifft die der anderen Tiere, während die Fältelung keineswegs so reichlich

ist, als bei den höherstehenden Tieren. Immerhin konnten die Autoren Haupt- und Nebenolive unterscheiden, indem sie den schlingenbildenden Teil als Hauptolive bezeichneten, während die großen, homogenen kompakten Massen als Nebenoliven aufgefaßt wurden. Sie vergleichen diese Bildungen mit ähnlichen, allerdings nicht so deutlichen der Ungulaten und Carnivoren. Auch die Kürze der Hauptolive ist ihnen aufgefallen. Sie führen schließlich an, daß Ziehen und Obersteiner eine ähnliche Auffassung vertreten, wiewohl nach Ziehen Unterschiede bei den Cetaceen bestehen. Beluga und Tursiops nähern sich den Verhältnissen des Delphins, bei Hyperoodon ist die Hauptolive mit der nicht sehr mächtigen Nebenolive verschmolzen.

Zusammenfassung.

Die Olive der Natantier nähert sich in gewissem Sinne jener der Ungulaten. Sie erscheint in ihrem schlingenförmigen Teile wesentlich reduziert. Sie ist vielleicht W-förmig mit medialem Hilus. Zum Unterschiede von dieser auffallenden Reduktion des Hauptteiles ist die ventrale Nebenolive überaus mächtig entwickelt. Sie nähert sich in ihrer dreieckigen Form jener der Ungulaten, wobei sie dieselbe jedoch bei weitem an Größe übertrifft. Von den olivocerebellaren Fasern sind die prätrigeminalen die best entwickelten. Die Fibrae arcuatae externae sind kaum angedeutet vorhanden und auch der Lateralkern ist schwach entwickelt. In der Raphe befindliche, vielleicht zur Olive gehörende Kerne liegen so weit ventral, daß sie dem Nucleus arcuatus vergleichbar erscheinen.

Edentaten.

Dasypus villosus.

Die Olive beginnt als ein ovaler Fleck im Gebiet des XII. Kerns, dort findet sich ein langer dreieckiger Raphekern.

Die ovale Olivenmasse nimmt bei ihrer Vergrößerung unregelmäßige Form an; anfänglich eine unregelmäßige Schlingenform, später die Form eines Sigmas. Dieses Sigma hat zwei Hilus (der obere dorso-lateral und der untere ventro-medial. Die Schenkeln des Sigma werden später verdickt, so daß die Form eine sehr undeutliche wird, nahezu lappenförmig.

Die Olive nimmt dann rasch ab und endet mit dem Ende des XII.

Fibrae arcuatae externae sind sehr zahlreich und laufen meistens um die Pyramiden, aber teils auch durch die Pyramiden. Die Pyramiden sind licht gefärbt und scheinen kleinere Zellen zwischen den Fasern zu haben.

Prätrigeminale Fasern sind ziemlich zahlreich, doch sind die retrotrigeminalen am besten entwickelt; auch intratrigeminale sind vorhanden.

Über den Nucleus lateralis ist nichts Besonderes zu erwähnen. Ziemlich große und deutliche Unterbrechung der Fasern, obwohl nicht in allen Schnitten. Kein Nucleus arcuatus.

Zusammenfassung.

Diese Befunde sind denen von Hübschmann entsprechend, nur finde ich keine Nebenkerne. Die Olive der Edentaten nähert sich jener der Marsupialier.

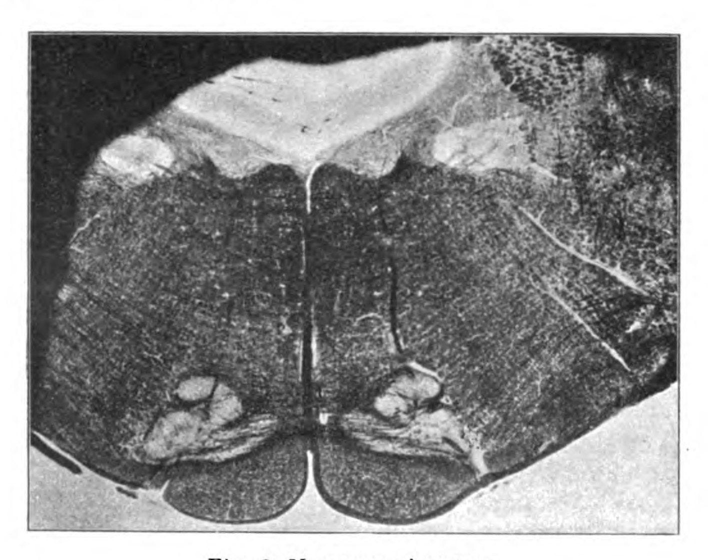


Fig. 8. Macropus giganteus.

Marsupialier.

Macropus giganteus (Fig. 8).

Die Olive besteht deutlich aus zwei Teilen, einem dorso-lateralen, etwas größeren und einem medialen, der schließlich eine Schlinge bildet mit ventro-lateraler Öffnung. Cerebralwärts nimmt zuerst der dorso-laterale Teil ab, später der medio-ventrale, wobei wiederum einige Windungen, diesmal mit medialer Öffnung erscheinen. Die olivocerebellaren Fasern sind wiederum vorwiegend prätrigeminale. Die Fibrae arcuatae externae sind ziemlich zahlreich. Der Nucleus lateralis gut entwickelt, ein Nucleus arcuatus nicht vorhanden. Die Olive tritt erst ziemlich spät auf, und zwar gegen das Ende des Hypoglossuskerns.

Phascolarctus cinereus.

Die Olive beginnt erst im Gebiete des Hypoglossuskerns und endet mit den Zellen dieses Kerns. Am Querschnitt ist sie jedoch ziemlich gut entwickelt. Man kann an ihr eine Reihe ganz unregelmäßiger Windungen

unterscheiden, von Haupt- und Nebenolive kann hier fast nicht gesprochen werden. Alle drei Gruppen olivocerebellarer Fasern sind vorhanden, am besten entwickelt die prätrigeminalen, auch die äußeren Bogenfasern sind sehr gut entwickelt und sind im Nucleus lateralis unterbrochen. Ein Nucleus arcuatus fehlt.

Phalangista vulpina.

Auch hier ist die Olive anfangs aus zwei Teilen bestehend, einem medialen und einem dorso-lateralen. Diese verschmelzen und bilden schließlich ein unregelmäßiges S. Vom medialen Lappen erscheint eine graue Masse gleichfalls von Dreiecksform, welche mit der Schlinge keinerlei Verbindungen zeigt. Auch dorsal findet sich ein isoliertes Areal grauer Substanz. Hier sind die äußeren Bogenfasern nicht so gut entwickelt und sind gleich den prätrigeminalen im Nucleus lateralis unterbrochen. Bemerkenswert ist ferner hier die Lage der Olive medial von den beiden Pyramiden. Es ist hervorzuheben, daß Ziehen beim Phascolarctus cinereus eine Oliva inferior eigentlich nicht findet. Er beschreibt nur die Nebenolive und meint, die Hauptolive sei wesentlich durch eine etwas stärkere Entwicklung des lateralen Stückes der ventralen Nebenolive vertreten.

Zusammenfassung.

Wenn man die Marsupialier im Zusammenhang mit den übrigen Tieren betrachtet, so kommt man zur Anschauung, daß die Verhältnisse auch bei diesen die gleichen sind, d. h. daß eine Haupt- und Nebenolive nicht gut voneinander getrennt werden kann. Dasjenige Gebiet, das Andeutungen von Windungen zeigt oder Schlingenform annimmt, ist, zumal auch die Faserverhältnisse dafür sprechen, als Hauptolive aufzufassen, mit welcher eine Reihe wenig differenzierter grauer Massen verschmelzen, die man als Nebenoliven bezeichnen kann. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheint die Hauptolive der Marsupialier besser entwickelt als die der Natantier. Man kann doch an ihr eine gewisse S-Form erkennen, an die sich ventral ein Ansatz, die Nebenolive, schließt. Letztere ähnelt in gewisser Beziehung der der Ungulaten, ist aber nicht wie bei diesen vollkommen separiert. Von den olivocerebellaren Fasern sind die prätrigeminalen am besten entwickelt. Ein Gleiches gilt für die Fibrae arcuatae externae, die in dem gut entwickelten Nucleus lateralis unterbrochen werden. Ein Nucleus arcuatus fehlt.

Aves.

Anhangsweise soll die Olive, respektive eine Anhäufung grauer Substanz, die dieser entsprechen dürfte, bei einigen Vögeln beschrieben werden, um zu zeigen, daß hier im Grunde genommen ganz

analoge Verhältnisse bestehen, wie bei den Säugern. Es ist allerdings eine nur geringe Anzahl, die keineswegs ein einigermaßen abschließendes Urteil gestattet, aber immerhin die Möglichkeit eines Vergleiches zuläßt.

Fringilla domestica (Fig. 9).

Knapp neben der Mittellinie findet sich im ventro-medialen Teil der Medulla in der Hypoglossusgegend zunächst eine unregelmäßige Zellmasse, die später Blätter-, respektive traubenförmig wird. Die separaten Lappen bestehen aus zerstreuten Zellen. Diese Olive ist ziemlich groß und gut entwickelt. Sie läßt sich als solche durch die Fasern erkennen, von denen die prätrigeminalen im Nucleus lateralis, der verhältnismäßig groß ist, unter-

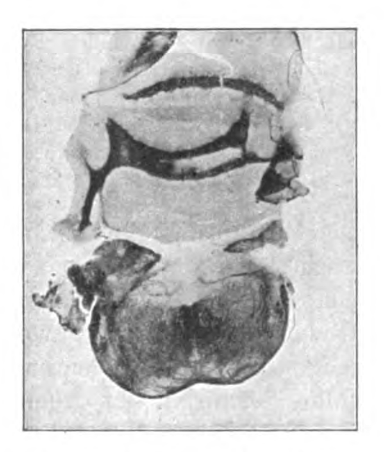


Fig. 9. Fringilla domestica.

brochen werden, die retrotrigeminalen dagegen direkt in die Olive laufen. Auch die Fibrae arcuatae externae sind in diesem Nucleus lateralis unterbrochen.

Columba domestica.

Die Olive besteht aus einer runden Zellgruppe, nahe dem ventralen Rand der Medulla. Der Nervus hypoglossus läuft lateral an der Olive vorbei. Windungen zeigt die Olive nicht. Prä- und retrotrigeminale Fasern sind vorhanden; der Nucleus lateralis ist gut entwickelt.

Grus antigone.

Auch hier besteht die Olive aus einer runden, nicht gut differenzierten Zellmasse. In der Mittellinie findet sich eine kleine Menge grauer Substanz kürzer als die Olive selbst. Der Nucleus lateralis ist gut entwickelt. Die Faserverhältnisse ähnlich wie bei der Taube.

Phoenicopterus ruber.

Hier erscheint die Olive wesentlich besser differenziert als bei den vorbeschriebenen Vögeln. Sie zeigt gleich im Beginn zwei Teile, die mit-

einander verschmelzen und eine ventral offene Schlinge bilden. Auch hier findet sich knapp neben der Mittellinie im Olivengebiet eine graue Masse, deren Zugehörigkeit zur Olive fraglich ist. Auch die Andeutung einer Nebenolive als Anhang der Hauptolive ist erkennbar. Die olivocerebellaren Fasern sind sehr zahlreich, doch lassen sie keine deutliche Gruppierung in Bündel erkennen. Auch der Lateralkern ist nicht besonders gut entwickelt und deshalb auch ein Zusammenhang der Bogenfasern mit ihm nicht gut eruierbar.

Ziehen hebt die Nähe der Olive zur Raphe hervor, obwohl aus seiner Darstellung nicht ganz klar wird, ob er die graue Masse neben der Raphe als Olive bezeichnet oder die lateral davon befindliche eigentliche Olive. Nach ihm hat diese letztere die Tendenz in parallele Blätter zu zerfallen.

Zusammenfassung.

Schon diese wenigen Beispiele zeigen, daß bei den Vögeln eine ziemliche Divergenz in der Entwicklung der in Rede stehenden grauen Substanz bei den einzelnen Klassen besteht, ohne daß irgend ein Moment diese Verschiedenheit erklären würde. Eine mehr oder minder geschlossene Anhäufung von Zellen in der charakteristischen Grundsubstanz ohne besondere Differenzierung in Haupt- und Nebenolive stellt das dar, was man als Olive bezeichnen kann. Bei Fringilla sind die Zellen ziemlich locker gefügt und traubig angeordnet. Bei Columba und Grus sind sie mehr geschlossen und bilden eine rundliche Gruppe. Bei Phoenicopterus, dem sich auch Anser anas anschließt, zeigt sich schon eine gewisse Differenzierung, indem die Ränder der Olive unregelmäßig sind. Zwischen den beiden Oliven liegt gewöhnlich ventral eine Zellgruppe, deren Zugehörigkeit zur Olive ungewiß ist. Die olivocerebellaren Fasern umkränzen die Olive dorsal und ventral und sind nur als prätrigeminale und retrotrigeminale vorhanden. Die Fibrae arcuatae externae sind ziemlich spärlich und lassen sich in den gut entwickelten Lateralkern verfolgen.

Wenn man die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen überblickt, so ergibt sich zunächst, daß die untere Olive sämtlichen untersuchten Tierklassen als ein gut abgrenzbares, ziemlich scharf differenziertes Gebilde zukommt. Da nun die Untersuchungen Edingers ergeben haben, daß ein Gleiches anscheinend auch bei den niederen Tierklassen der Fall ist, so haben wir in der unteren Olive eines der phylogenetisch ältesten und konstantesten Gebilde der Tierreihe vor uns.

Wenn man sich nun fragt, ob von den Vögeln aufwärts sich eine gewisse Progression in der Entwicklung der Olive bemerkbar macht, so ist dies in großen Zügen natürlich nicht zu leugnen. Die Progression besteht weniger in der Größenzunahme der Olive, als vielmehr in der schärferen Differenzierung derselben; insbesondere was die Fältelung anlangt, finden wir diese bei den höheren Tierklassen ausgeprägt; ferner läßt sich auch, was die Abscheidung der beiden Nebenoliven anlangt, erkennen, daß sie bei den höchsten Tierklassen am prägnantesten ausgebildet sind. Doch gilt dies nur in großen Zügen; denn wenn man die Details ansieht, zeigt sich, daß eigentlich Progressionen der Entwicklung mit Remissionen wechseln, daß die Carnivoren z. B. eine besser entwickelte Olive besitzen, als die im Säugersystem höher stehenden Chiropteren. Es wird sich darum empfehlen, gewisse Typen in der Differenzierung der Olive aufzustellen und zu untersuchen, welchen Tierklassen diese Typen zukommen.

I. Typus: Typus der menschlichen Olive (Fig. 1). Derselbe stellt ein gefaltetes Blatt dar mit zahlreichen Windungen, medialem Hilus und deutlich hervortretender medio-ventraler und auch dorsaler Nebenolive. Diese Form ist meist dadurch ausgezeichnet, daß sie die Medulla oblongata ein wenig vorbaucht. Sie findet sich lediglich bei Mensch und Affen.

II. Typus: Typus der Chiropteren. Eine fast homogene, am Querschnitt dreieckige oder lappige Masse (Fig. 4) ohne wesentliche Andeutung einer Differenzierung oder Windungsbildung. Die Nebenoliven sind nicht sicherzustellen. Dieser Typus findet sich bei den Chiropteren, den Insektivoren und vielleicht auch allerdings ein wenig undeutlich bei einzelnen Gruppen der Vögel.

III. Typus: Raubtiertypus (Fig. 5). Die Olive zeigt S-Form, wobei die Schenkel des S bald mehr, bald weniger entwickelt sind. Es finden sich dementsprechend mehrere Hilus. Die Nebenoliven sind verschieden entwickelt. Die medio-ventrale ist zumindest andeutungsweise bei fast allen Gruppen vorhanden und verschmilzt mit der Hauptolive. Die dorsale findet sich gelegentlich und läßt eine gewisse Selbständigkeit erkennen, meist jedoch fehlt sie. Dieser Typus ist bei den Raubtieren am meisten ausgeprägt, bei den Ungulaten, Natantiern und auch Marsupialiern mehr minder gut erkennbar. Auch gewisse Gruppen der Vögel lassen ihn erkennen.

Vielleicht könnte man als IV. Typus den der Natantier (Fig. 7) abscheiden, die dadurch charakterisiert sind, daß sie eine besondere Entwicklung der Nebenoliven besitzen. Doch zeigt gerade ein Vergleich mit den Raubtieren, daß ähnliche Oliven, allerdings in geringer Ausprägung, auch bei diesen sich finden, daß man es also vielleicht nur mit einer Variante zu tun hat. Wenn man also mit Rücksicht auf diese Typen die Progression in der Entwicklung der Olive untersucht, so ergibt sich eigentlich als tiefststehender Typus der zweite (Chiropterentypus). Dann folgt der Typus der Carnivoren, bei dem die Windungsbildung sich bereits durch die S-Form charakterisiert und schließlich der erste Typus, der menschliche.

Es wäre verlockend, schon aus dieser groben Vergleichung irgendwelche physiologische Schlüsse zu ziehen, etwa derart, daß die Chiropteren als Flugtiere anderer Apparate zur Herstellung des Gleichgewichtes bedürfen, als die anderen der erwähnten Gruppen und daß darum die Olive bei ihnen so wenig differenziert ist.' Allein diese geringe Differenzierung betrifft ja auch die nichtfliegenden Insektivoren; und die Vögel, bei denen man eine noch geringere Entwicklung der Olive erwarten müßte, haben im Gegensatze dazu eine ziemlich entwickelte Olive. Es läßt sich deshalb zwischen Lauf- und Flugtieren in bezug auf die Entwicklung der Olive ein strikter Gegensatz nicht finden. Auch die Entwicklung der Haupt- und Nebenolive bietet keinen Anhaltspunkt für irgendwelche physiologische Vergleichsmomente.

Es ist nun überaus interessant zu sehen, daß trotz der großen Verschiedenheit in dem Bau der Olive die Faserung der letzteren eine bei allen Tierklassen vollständig gleichartige ist. Die olivocerebellaren Fasern lassen sich immer mit mehr oder minder großer Deutlichkeit in einzelne Gruppen teilen, die man je nach ihrer Lage zur spinalen Trigeminuswurzel als retro-, intra- oder prätrigeminale bezeichnen kann. Es hängt lediglich von der Größenentwicklung oder von der mehr oder minder vertikalen Stellung der Trigeminuswurzel ab, ob intratrigeminale Fasern vorhanden sind oder nicht und ob die retrotrigeminalen mehr ausgeprägt sind, als die prätrigeminalen. Die letzteren sind eigentlich stets die best entwickelten und von ihnen kann man enge Beziehungen zum Lateralkern behaupten. Inwieweit diese Fasern, welche die Beziehungen zum Lateralkern besitzen, mit

der Olive zusammenhängen, ist an den zur Verfügung stehenden, nach Weigert-Pal gefärbten Präparaten nicht zu entscheiden.

Immerhin seien hier einige Bemerkungen über das Verhältnis des Lateralkerns und seiner Faserung eingeschaltet, da diese sich bei der Durchsicht der Serien ohne weiteres ergaben und mit Rücksicht auf den Verlauf der prätrigeminalen Fasern auch von Interesse waren. Es zeigt sich, daß ein Lateralkern sensu strictiori eigentlich nur bei den Raubtieren besonders gut entwickelt war. Hier konnte man sehen, daß sich in diesem Lateralkern von der ventralen Seite her die Fibrae arcuatae externae ventrales aufsplittern und daß von der dorsalen Seite her ein Gleiches für die prätrigeminalen gilt. Sonst ist der Lateralkern weniger gut differenziert und besteht meist aus einer größeren Anzahl zerstreuter Zellgruppen, wie dies am schönsten beim Menschen zu sehen ist. Es läßt sich in diesen Fällen natürlich nicht direkt entscheiden, welche Beziehungen die Bogenfasern zu den Kernen besitzen, doch beweist ein Vergleich mit den Raubtieren und jenen Tiergruppen, die den letzteren näherstehen, daß bei allen Tierklassen die gleichen Verhältnisse herrschen. Es ist also auch vergleichend anatomisch die experimentell bereits vielfach behauptete Tatsache zu erweisen, daß die äußeren Bogenfasern nicht direkte Beziehungen zum Kleinhirn besitzen, sondern nur indirekte via Lateralkern (Lewandowsky, Yagita).

Auffällig ist weiters die Konstanz, mit welcher man die äußeren Bogenfasern finden kann. Sie sind allerdings bei den verschiedenen Tierklassen verschieden entwickelt, lassen sich aber überall nachweisen, ohne natürlich jene Mächtigkeit zu erlangen, wie wir sie beim Menschen finden. Es ist interessant zu sehen, daß gleichzeitig mit dieser mächtigen Entwicklung eine in diese Fasern eingelagerte Kernmasse auftritt, der Nucleus arcuatus, der lediglich beim Menschen, Orang und Schimpansen vorhanden zu sein scheint. Wenn man Andeutungen desselben gelegentlich zu finden glaubte, so waren diese so unsicher, daß man eine Idenfizierung mit dem Nucleus arcuatus kaum durchführen konnte. So zeigte sich bei der Katze ventral in der Raphe ein Kern, der auch in seinen Beziehungen zu den Bogenfasern Analogien zum Nucleus arcuatus aufwies. Allein schon seine Lage spricht eher gegen eine Identifizierung. Weiters möge noch kurz angeführt werden, daß die Bogenfasern bei allen Tieren weniger

ventral um die Pyramide, als durch dieselbe ziehen. Da dies auch ein beim Menschen gelegentliches Verhalten ist, wie unter anderem Zingerle erst jüngst betont hat, so haben wir darin vielleicht eine der Tierähnlichkeiten des menschlichen Gehirns zu erblicken.

Wenn man nun wieder zur Besprechung der Verhältnisse der Olive zurückkehrt, so galt es einen Modus zu finden, die Oliven der verschiedenen Tierklassen vergleichen zu können. Natürlich sollte dies in möglichst objektiver Weise geschehen, was bei der Eigenart des zu untersuchenden Gebildes gewisse Schwierigkeiten in sich schloß. Mit wenigen Ausnahmen hat die Olive bei allen Tierklassen die gleiche Lage, lateral von der Olivenzwischenschicht, die allerdings gelegentlich so geringfügig sein kann, daß eine Vereinigung beider Oliven statthat. Ferner zeigte es sich, daß die sagittale Ausdehnung der Olive nahezu überall die gleiche ist, vom Hypoglossusgebiet bis zum allerersten Beginn des Facialiskerns. Schwankungen in der Ausdehnung nach oben, respektive was das häufigere ist, nach unten, fallen kaum in die Wagschale. Bekannt ist ferner, daß das Verhalten der Olive zum Hypoglossus ein inkonstantes ist, was mit ihrer Breitenentwicklung zusammenhängt, meist setzt er durch die Olive, doch kann man ihn auch lateral davon finden.

Wenn man nun also annimmt, daß die Längenausdehnung der Olive nahezu die gleiche ist, und es sich zeigt, daß bei allen untersuchten Tierklassen sich ein An- und Abschwellen und eine größte Entwicklung findet, dann läßt sich vielleicht in dieser größten Entwicklung ein vergleichendes Moment heranziehen. Es geschah dies in der Weise, daß das Gesamtgebiet der Olive auf der Höhe der größten Entwicklung auf Millimeter-Papier bei gleicher Vergrößerung mit dem Edingerschen Zeichenapparat aufgetragen wurde und daß dann der Flächeninhalt der Olive auf diesem Querschnitt berechnet wurde. Gleichzeitig damit wurde auch der Querschnitt der Medulla oblongata in toto aufgetragen und sein Inhalt berechnet. Es sei vorher noch betont, daß zwischen Haupt- und Nebenolive kein Unterschied gemacht wurde, da es sich durch Vergleichung der verschiedenen Tiergruppen gezeigt hat, daß ein Unterschied schwer zu machen ist, da diese beiden Gebilde zumeist ineinander übergehen und man stets das eine aus dem anderen entstehen lassen kann. Auch wurde vorderhand von der Längenausdehnung abgesehen.

Es wurde nun zuerst die absolute Größe der Olive verglichen, so zwar, daß man die menschliche Olive als 1 annahm und die Größe der anderen darauf bezog. Wenn man nun diese erhaltenen Zahlen als Ordinaten auf eine Abszisse auftrug, so erhielt man eine Kurve der absoluten Größenverhältnisse. Dabei zeigte es sich, daß die menschliche Olive keineswegs als größte zu bezeichnen ist, daß die der Ungulaten, insbesondere aber die der Natantier wesentlich größer ist, während die der Chiropteren, ferner jene der Insektivoren und Rodentier, schließlich auch die der Vögel als überaus klein bezeichnet werden muß. Wenn man weiters bezüglich der Gesamtquerschnitte der Medulla den gleichen Modus trifft und sie auf den Menschen als 1 bezieht und dann in der gleichen Weise, wie es für die Olivengröße geschehen ist, die erhaltenen Zahlen auf eine Abszisse aufträgt und durch die Kurve verbindet, so ergibt sich, daß die größere Olive zumeist dem größeren Flächeninhalte entspricht. Allerdings zeigen sich diesbezüglich zwei Abweichungen. Die erste betrifft die Ungulaten, die zweite die Natantier. Bei den ersteren ist der Olivenquerschnitt im Verhältnis zur Medulla oblongata zu klein, bei letzteren ist das Umgekehrte der Fall. Wenn man nun eine Reihe bildet mit Rücksicht auf die absoluten Querschnittszahlen, so beginnt dieselbe für die Olive bei den Chiropteren, geht über die Rodentier, Carnivoren, Affen, Marsupialier zum Menschen, dann zu Ungulaten und Natantiern. In der Reihe, die sich bezüglich der Querschnittgröße aufstellen läßt, ist bezüglich der Natantier und Ungulaten das Umgekehrte der Fall.

Es wurde nun, um einen weiteren Einblick in die diesbezüglichen Verhältnisse zu erlangen, eine dritte Kurve entworfen, die auf die Weise gewonnen wurde, daß die absoluten Verhältnisse von Olive zum Querschnitt zahlenmäßig ausgedrückt wurden. Die erhaltenen Zahlen (Querschnittsgröße durch Olivengröße) wurden dann wieder kurvometrisch dargestellt und nun ergeben sich ganz andere Verhältnisse, als vordem. Wenn man jetzt eine Reihe bilden würde, so stünde am Beginne derselben das Schwein. Es folgte dann der Pithecus, während die anderen Affen weitaus diesen überragen, ja eine höhere Kurve zeigen, als die des Menschen. Das Merkwürdigste aber ist, daß dann der Pteropus, der absolut genommen, ja auf niederster Stufe stünde, an das Ende der Reihe zu stehen käme, nicht weit

entfernt von den Natantiern, die auch hier wiederum die Reihe beschließen würden, wenn nicht der Pteropus sie überträfe.

Um zu sehen, ob die gleichen Verhältnisse sich ergeben, wenn man die größte sagittale Entwicklung der Olive ins Auge faßt, wurden von einigen Tieren, die in dieser Schnittrichtung zur Verfügung standen, die entsprechenden Verhältniszahlen berechnet und es ergaben sich dieselben Kurven, wie sie der Querschnitt bot.

Trotz alledem ist es kaum gestattet auf der Basis dieser Kurven irgendwelche weitgehende Schlüsse zu ziehen. Nur das Eine kann man mit Sicherheit sagen, daß die Olivengröße in der Mehrzahl der Fälle abhängig ist von der Querschnittsgröße, daß also dem größeren Gehirn offenbar auch eine größere Olive entspricht. Auffallend ist ferner, daß die Edingersche Forderung nach größeren Oliven bei Tieren mit höheren Beinen anscheinend durch die Kurven nicht bestätigt wurde, indem z. B. die Olive beim Schwein besser entwickelt ist als die beim Rind.

Es ist nun aber in den Flächenangaben stets der gesamte Olivenflächeninhalt zu verstehen, d. h. also Haupt- und Nebenolive und es scheint, daß in diesem Umstande eine Fehlerquelle liegt, die schwer ins Gewicht fällt. Wenn auch die vergleichende Untersuchung gezeigt hat, daß zwischen Haupt- und Nebenolive anscheinend kein Unterschied besteht, indem diese beiden meist verschmelzen oder direkt ineinander übergehen, ja gelegentlich Nebenoliven überhaupt fehlen, so muß man doch gewisse Einschränkungen für diesen Zusammenhang gelten lassen. Der erste und wichtigste erscheint jener, daß die Nebenolive immer fast ein mehr diffuses Gebilde ist, eine diffuse Zellenanhäufung darstellt, welche von einem feinen Fasernetz durchsetzt ist. Die Hauptolive dagegen läßt in ihrer mehr oder minder deutlichen Fältelung eine gewisse höhere Differenzierung erkennen, die sich vielleicht auch in der Nebenolive des Menschen und der höchsten Affen zeigt. Die Zellanordnung ist nämlich bei der Nebenolive eine solche, daß die Fasern von allen Seiten her leicht herantreten können, respektive die einzelnen Zellen viel leichter von einer größeren Menge von Fasern umsponnen werden können. Dieser Umstand legt den Gedanken nahe, daß es bei der Vergleichung der Olive, wenn es sich darum handelt, deren höhere physiologische Wertigkeit zu bestimmen, weniger auf die Gesamtgröße der Olive und ihrer

Teile ankommt, sondern lediglich auf die mehr oder minder gute Entwicklung dessen, was wir Hauptolive genannt haben. Unter solchen Umständen wird dann die Olive der Natantier zu einem sehr geringfügig entwickelten Gebilde. Auch die Olive der Ungulaten steht in dieser Beziehung auf einer sehr niederen Entwicklungsstufe. Sie reicht jedenfalls keineswegs heran an die Olive der Carnivoren oder gar jener der Affen- und Menschgruppe. Allerdings ist auch hier bemerkenswert, daß die Olive der Chiropteren auf einer sehr niederen Entwicklungsstufe steht. Faßt man diese letzterwähnten Verhältnisse zusammen, so zeigt sich eigentlich, daß in dem Maße, als die Extremitätenentwicklung fortschreitet und die Differenzierung der vorderen und hinteren Extremitäten sich bemerkbar macht, auch die Olive in der Entwicklung fortschreitet und daß beim Menschen, wo diese Differenzierung die höchsten Grade erreicht hat, auch die Hauptolive die beste Entwicklung zeigt.

Die innigen Beziehungen zum Kleinhirn durch die olivocerebellaren Fasern, Beziehungen, welche durch Henschen jun. in jüngster Zeit für den Menschen erst genauer erklärt wurden, die durch Holmes-Stewart bereits eine Bestätigung erfuhren, legen den Gedanken nahe, daß die Olive in das System der Statik und Lokomotion eingeschaltet ist und daß sie dort die höchste Entwicklung erfahren hat, wo infolge der aufrechten Haltung die größten Anforderungen an die Statik und Lokomotion gestellt werden. Ein paar Beispiele sprechen dafür. Von den Raubtieren ist es bekannt, daß die Gruppe der Bären nicht selten aufrecht geht, jedenfalls leichter aufrecht geht, als die Gruppe der Katzen. Nun ist bei den Bären die Olive entschieden besser entwickelt, als bei den Katzen. Ein weiteres Beispiel findet sich bei den Marsupialiern, wo die Olive von Makropus gleichfalls eine bessere Entwicklung zeigt, als die von Phalangista. Viel interessanter sind diesbezüglich die Vergleiche der Olive bei den Vögeln. Fringilla und Columba zeigen mäßige Entwicklung der Olive und man ist überrascht über die geringe Differenzierung derselben, wenn man damit die Olive von Phönicopterus vergleicht. Nicht etwa die Größe ist es, die hier ins Auge fällt, sondern die Differenzierung mit Ansätzen zur Windungsbildung. Allerdings sind diese wenigen Beispiele keine stringenten Beweise, sie legen aber den Gedanken nahe, daß die Olive der ersterwähnten

Funktion dient. Die mächtige Entwicklung der Nebenolive bei Natantiern und Cetaceen läßt sich vielleicht durch die Annahme erklären, daß der Aufenthalt der Tiere im Wasser es diesen ermöglicht, leichter das Gleichgewicht zu erhalten, als in der Luft. Es würde demnach die Entwicklung der Olive in bezug auf die Statik und Lokomotion abhängig sein von zwei Faktoren: 1. Von der Differenzierung der Extremitäten, 2. von den umgebenden Medien, in welchen man das Gleichgewicht zu erhalten hätte. Die Hauptolive dient vorwiegend der Statik und Lokomotion auf einer fixen Basis, während die Nebenolive vielleicht der Gleichgewichtserhaltung in flüssigen Medien dient. Wir finden deshalb bei den Tieren, die wie die Chiropteren z. B. weder auf fixer Basis, noch im Wasser sich fortbewegen, eine nur ganz minimal entwickelte Olive. Da nun aber die Erhaltung des Gleichgewichtes beim Fortbewegen auf fixer Basis dann am schwersten ist, wenn aufrechte Körperhaltung besteht, so ist die Hauptolive beim Menschen am stärksten entwickelt. Ja, beim Menschen und den höheren Affen gewinnt auch die Nebenolive das Aussehen der Hauptolive, was darauf hinweist, daß sie zur gleichen Funktion herangezogen werden dürfte.

Das wesentlichste Ergebnis dieser vergleichenden Untersuchung ist also darin gegeben, daß ein Unterschied in der Entwicklung der Olive je nach den statischen und lokomotorischen Verhältnissen der Tiere und den Medien, in oder auf denen sie sich fortbewegen, besteht. Denn nur so ließe sich die auffällige Differenz, die bei den Oliven der verschiedenen Tierklassen zutage tritt, erklären. Sie ist ein Schaltganglion, das die Gleichgewichtsverhältnisse der Tiere reguliert gegenüber den verschiedenen Medien, in denen sich dieselben bewegen und gegenüber der fortschreitenden Entwicklung zur aufrechten Haltung.

Literatur.

Bechterew. Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark. 1899.

Draeseke J. Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Medulla oblongata der Wirbeltiere, speziell mit Rücksicht auf die Medulla oblongata der Pinnipedier. Monatschr. f. Psych. u. Neurol., Bd. VII, 1900.

Derselbe. Zur mikroskopischen Kenntnis der Pyramidenkreuzung der Chiropteren.

Edinger L. Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane des Menschen und der Tiere. 7. Aufl., 1904.

v. Frankl-Hochwart L. Zur Kenntnis der Anatomie des Gehirns der Blindmaus. Arb. aus dem neurol. Institute an der Wiener Universität, Bd. VIII, 1902.

Ganser S. Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfes. Morph. Jahrb., Bd. VII, 1882.

Haller B. Vom Bau des Wirbeltiergehirns. III. T. Mus nebst Bemerkungen über das Hirn von Echidna. Morph. Jahrb., Bd. XXVIII, 1900.

Hatschek R. und Schlesinger H. Der Hirnstamm des Delphins. Arbeiten aus dem neurologischen Institute an der Wiener Universität, Bd. IX, 1902.

Henschen. Seröse Cyste und partieller Defekt des Kleinhirns. Zeitschrift für klin. Medizin, Bd. LXIII. 1907. S. 114.

Holmes and Stewart. On the connection of the inferior Olives with the cerebellum in Man. Brain. 1908. Vol. XXXI. p. 125.

Hübschmann P. Untersuchungen über die Medulla oblongata vom Dasypus villosus. Würzburg, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. LXXV, 1903.

Kallius E. Über die Medulla spinalis von Troglodytes niger. Berlin. Francke 1802.

Kölliker A. Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl., 1896.

Derselbe. Die Medulla oblongata und die Vierhügelgegend von Ornithorhynchus und Echidna. 1901.

Krause R. und Klempner S. Untersuchungen über den Bau des Zentralnervensystems der Affen. II. Das Hinter- und Mittelhirn des Orang-Utan. Anhang zu den Abhandlungen der kgl. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1904.

Keller R. Über die Folgen von Verletzungen in der Gegend der unteren Olive bei der Katze. Arch. f. Anat. 1901.

Lewandowsky M. Untersuchungen über die Leitungsbahnen des Truncus Cerebri. Fischer, Jena 1904.

van Londen M. Über die Medulla oblongata von Nycticebus javanicus. Monatschr. f. Psych. u. Neurol., Bd. XIV, 1903.

Marburg O. Mikroskopisch-topographischer Atlas des menschlichen Zentralnervensystems. Wien 1904.

Merzbacher L. und Spielmeier N. Beiträge zur Kenntnis des Fledermausgehirns, besonders der corticomotorischen Bahnen. Neurol. Zentralbl. Nr. 22, 1903.

Obersteiner H. Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Zentralorgane im gesunden und kranken Zustand. 4. Aufl., 1901.

Ramon y Cajal S. Textura del Sistema Nervosa del Hombro y de. los Vertebrados, 1900.

Smith Elliot. The Brain in the Edentata. Trans. Lin. Soc. of London. Vol. VIII, P. V, 1899.

Spitzka. Zur Monographie Dr. Theodors über das Seehundsgehirn. Anat. Anz., Bd. V, 1890.

Yagita. Über die Veränderungen der Medulla oblongata nach einseitiger Zerstörung des Strickkörpers. Sep.-Abdruck.

Ziehen T. Der Aufbau des Cervicalmarks und der Medulla oblongata bei Marsupialiern und Monotremen. Anat. Anz., Bd. XIII.

Derselbe. Das Zentralnervensystem der Monotremen und Marsupialier. I. Makr. — II. Mikr. Anat. I. Abschnitt. Der Faserlauf im Hirnstamm von Pseudochirus peregrinus. Fischer, Jena 1901.

Derselbe. Über den Bau des Gehirns bei den Halbaffen und bei Galeopithecus. Anat. Anz., Bd. XXII, 1903. M. 24.—.

Derselbe. Der Faserlauf des Gehirns vom Galeopithecus volans. Monatschr. f. Psych. u. Neurol., Bd. XIV, 1903.

Derselbe. Anatomie des Gehirns in Bardelebens Handbuch der Anatomie.

Zingerle. Über die Nuclei arciformes der Medulla oblongata. Neur. Centralbl. 1908, Nr. 5.

Ein Beitrag zur Kenntnis der Arachnoidea spinalis.

Von

Emil Mattauschek,
k. u. k. Regimentsarzt.

(Mit Tafel III und IV und einer Textabbildung.)

Während die Verhältnisse der normalen Arachnoidea insbesondere durch die grundlegenden Forschungen von Key und Retzius erschöpfend dargestellt wurden, fehlt es bisher an einer zusammenfassenden Darstellung der pathologischen Verhältnisse dieser Membran. Dabei muß man selbstverständlich absehen von den zahlreichen Beschreibungen der Kalk-, Knorpel- und Knochenplättchen, die wir nicht mit in den Kreis unserer Untersuchungen ziehen wollen und die auch klinisch kaum Erscheinungen hervorrufen dürften.

Weit wesentlicher sind Angaben über zirkumskripte Verwachsungen der Arachnoidea, die durch eine angebliche Arachnitis veranlaßt werden und welche deshalb von solchem Interesse sind, weil infolge mangels an Gefäßen eine direkte Entzündung der Arachnoidea eigentlich von vornherein unmöglich ist. Immerhin haben derartige Befunde mehr Bedeutung als die Knochen- und Knorpelplättchen, weil sie klinisch gelegentlich den Eindruck eines Tumors erwecken können (Pseudotumor).

Darum soll nun im folgenden zunächst an der Hand eines größeren Materiales versucht werden, die Verhältnisse der Arachnoidea in verschiedenen Lebensaltern darzustellen, wobei auf die dem Tode vorangegangenen Krankheiten selbstverständlich Rücksicht genommen wurde, um auch auf der Basis dieses Materiales die physiologische Breite des Normalen möglichst festzustellen.

Es sind diese Studien zunächst auf die Arachnoidea spinalis beschränkt worden, sollen aber später auch die Arachnoidea cerebralis in den Kreis der Beobachtung ziehen.

Das Materiale, von dem die Arachnoidea für die vorliegenden Untersuchungen stammt, ist das von Leichen, die meist 12 bis 24 Stunden post mortem obduziert wurden. Mitunter war die Fixation eine ungünstige, so daß die Beurteilung der Präparate sehr erschwert wurde.

Die Arachnoidea wurde zunächst vorsichtig vom Rückenmark abgezogen, in Formol oder Alkohol fixiert und einzelne Stücke davon in toto gefärbt (Hämalaun-Eosin, van Gieson, Methylenblau). Die Präparate wurden dann aufgehellt und montiert. Es zeigte sich dabei, daß die Formolfixation für das Studium unbrauchbar war, und zwar deshalb, weil die Präparate die Tinktion nicht gut annahmen und sich leicht ein starker schwarzer Niederschlag bemerkbar machte.

Nach der Darstellung des Obersteinerschen Lehrbuches, das sich im wesentlichen mit den Angaben von Key und Retzius deckt, ist die Grundsubstanz der Arachnoidea ein Balkennetz von feineren und gröberen Bindegewebsfasern. Diese Grundsubstanz ist nach beiden Seiten hin von einer zarten epithelialen Membran überzogen und es finden sich gelegentlich auch epitheliale Scheiden um größere Bindegewebsfibrillen. Der gänzliche Mangel an Blutgefäßen und Nerven im Gewebe wird von allen Seiten betont.

Die Alkoholpräparate, die angefertigt wurden, ließen nun die folgenden drei Elemente deutlich erkennen, und zwar:

1. Die Bindegewebsfibrillen. Diese zeigen verschiedene Stärken, liegen mitunter parallel, mitunter wirr durcheinander und sind begleitet 2. von länglichen, ziemlich dunklen Kernen mit spärlichem Plasma — typische Bindegewebskerne; 3. finden sich die Arachnoidalzellen, Epithelien verschiedener Form meist ovoid mit ebensolchen Kernen. Es ist selbstverständlich, daß diese Epithelien an den gewonnenen Präparaten kein zusammenhängendes Häutchen bilden, sondern mehr oder minder reichlich auf und zwischen den Bindegewebsfibrillen liegen.

Diesem Normaltypus gliedern sich nun eine Reihe von Veränderungen an, welche das Bild der Arachnoidea wesentlich modifizieren.

Die Bindegewebsbalken lassen in verschiedenen Lebensaltern eine verschiedene Dicke nur in den extremen Jahren erkennen. Es ist ersichtlich, daß in der frühen Kindheit die Fasern relativ genommen dünn sind. Aber schon in den ersten Lebensjahren wird eine Dickenzunahme der Fasern konstatiert werden können und vom 20. Lebensjahre aufwärts finden sich bereits sehr starke Elemente unter den Fasern, die sich in nichts von denen der höheren Lebensalter unterscheiden. Es ist ferner bebemerkenswert, daß diese gleiche Dicke der Fasern auch über das 60. Lebensjahr hinaus bestehen bleibt und dort keinerlei in die Augen fallende Volumsveränderungen mehr erleidet.

Wenn nun also in der Stärke der Fasern, abgesehen von den extremsten Altern, ein wesentlicher Unterschied zwischen Jung und Alt nicht zu machen ist, so gibt es doch eine Reihe von Momenten, die dies eher ermöglichen.

Als Erstes sei eine eigentümliche Bildung mitgeteilt, die in der Literatur bisher anscheinend keine Beachtung gefunden hat.

Es ist das Vorkommen spießähnlich aussehender Gebilde (Tafel IV, Fig. 3). Sie repräsentieren sich als am Hämalaun-Eosinpräparat tief dunkelblau tingierte Körper, die gewöhnlich an einem Ende eine knopfförmige Auftreibung besitzen, am anderen Ende zugespitzt sind. Man könnte diese am besten mit Spermatozoen oder einer Stecknadel vergleichen. Schon dem Aussehen nach zeigt sich eine gewisse Starrheit, die im Zusammenhalte mit der Tinktion wohl die Annahme gerechtfertigt erscheinen lassen kann, daß es sich um Gebilde aus Kalk handelt. Mitunter zeigen sich diese Spießbildungen derart, daß von einer Auftreibung in der Mitte zwei lange, sich allmählich verschmächtigende Fortsätze ausgehen. Man kann nun deutlich sehen, daß es sich bei diesen Spießbildungen um Veränderungen von Bindegewebsfibrillen offenbar im Sinne einer beginnenden Verkalkung handelt. Fragt man sich, wann diese Spießbildungen zu finden sind, so ergibt sich, daß sie im wesentlichen erst gegen das Ende des 30. Lebensjahres auftreten, daß sie in den höheren Lebensaltern fast kaum zu vermissen sind, daß sie aber auch, allerdings nur in einem einzigen Falle, bei einem 3jährigen Kinde gefunden wurde. Deshalb liegt es nahe, in dieser Spießbildung nicht lediglich eine Alterserscheinung zu sehen, sondern vielleicht eine auf der Basis

pathologischen Stoffwechsels entstandene Veränderung. Versucht man die vorhandenen Präparate (von 70 verschiedenen Fällen) nach dieser Richtung hin zu durchmustern, so ergibt sich, daß auch hier keine gesetzmäßigen Verhältnisse existieren. Vielleicht ist der schwere eitrige Prozeß bei dem 3jährigen Kinde Anlaß zur Spießbildung gewesen. Man findet aber sowohl akute als chronische Prozesse der verschiedensten Art, sowohl mit als ohne Spießbildung einhergehend. Nur eines wäre noch bei dem frühzeitigen Auftreten der Spießbildung zu erwägen. Ich meine hereditäre Lues, die solche Folgen haben könnte, doch ist dies in dem vorliegenden Falle nicht zu entscheiden.

Überhaupt kommt es in der Arachnoidea, abgesehen von den Spießbildungen, wesentlich früher zu Kalkablagerungen, als in anderen Organen. Es findet sich Kalk in den später zu beschreibenden Epithelperlen und Corpora arenacea bereits ziemlich reichlich vom 20. bis 30. Lebensjahre, von da an selbstverständlich allenthalben, doch ist dieser Kalk nicht gleich einzuschätzen mit den gelegentlich vorkommenden schweren Verkalkungen der Fasern (Tafel IV, Fig. 4).

Man kann da gelegentlich Stellen finden, wo ganze Fasernpakete in drusige Kalkkonkremente umgewandelt sind, die durch breite Balken miteinander in Verbindung stehen.

Mitunter gewinnt man den Eindruck, als wenn es sich um verkalkte Gefäße handeln würde, doch ist man durch genauere Vergleiche wohl in der Lage dies auszuschließen.

Solche schwere Verkalkungen der Fasern finden sich in den Fällen Nr. 1 (70 Jahre), 3 (74 Jahre), 6 (32 Jahre), 16 (77 Jahre), 35 (68 Jahre) und 31 (48 Jahre).

Epithelien.

Eine eigenartige Bildung ist bei der Arachnoidea spinalis besonders auffällig. Es handelt sich um konzentrisch geschichtete Anhäufungen von Endothelien (Tafel III, Fig. 1 und 2). Man findet diese wohl in allen Teilen der Arachnoidea, besonders aber in den lumbosakralen Partien. Hier läßt sich eine gewisse Prädilektion der dorsalen Seiten gegenüber der ventralen nicht verkennen. Ferner zeigt es sich, daß diese Epithelverbände in der Arachnoidea einzig und allein von der äußeren Epithelschicht hervorgehen (Fig. 1). Wenn man sie in ihrer Entwicklung betrachtet, so findet

man zunächst nur eine mäßige Anhäufung der Zellen und in keiner derselben ein Anzeichen von Degeneration.

Bei stärkerer Zunahme der Zellen beginnt dann central ein nekrotischer Prozeß. Man kann im Zentrum homogenisierte,

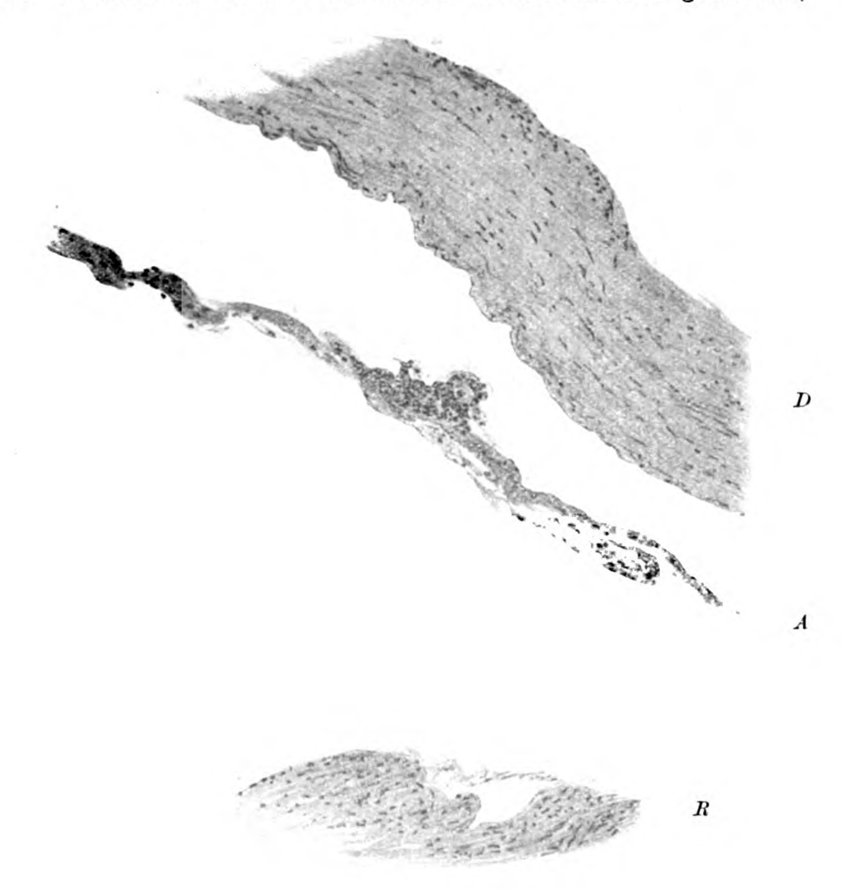


Fig. 1. *D* Dura mater; *A* Arachnoidea mit vom dorsalen Blatt ausgehender Epithelperlbildung; *R* Radix.

etwas verschwommen gefärbte Massen sehen, deren Herkunft aus den Epithelzellen kaum einem Zweifel begegnen dürfte. Im Fortschreiten dieser Entwicklung findet sich zentral eine homogene, mit Eosin leuchtend rot gefärbte (hyaline), kugelige Masse und es läßt sich deutlich erkennen, daß diese Masse Übergänge zeigt zu typischen Kalkkonkrementen. Auch diese sind kugelig,

lassen aber eine deutliche Schichtung in vielen Fällen wahrnehmen.

Außer dieser Entstehung der als Epithelpartien zu bezeichnenden Zellverbände ist vielleicht noch eine zweite möglich. Man findet nämlich mitunter eine homogene, hyaline Masse mit einem Ring von Epithelzellen und kann sehen, wie dieser Ring sich verdichtet und konzentrisch zellreicher wird. Es wäre möglich, daß von einem hyalin degenerierten Bindegewebspaket, das schollig zerfallen und von einem Epithelschlauch bekleidet ist, nun eine derartige Bildung ihren Ausgang nimmt.

Es erhebt sich nun die Frage, in welchen Lebensaltern diese Bildungen vorkommen und welchen Krankheiten sie besonders eigentümlich sind. Dabei ergibt sich der interessante Umstand, daß bereits im Säuglingsalter der Beginn von Epithelperlen angedeutet ist, daß diese sich vom 1. Lebensjahre an in steigender Häufigkeit finden, daß aber Kalk in denselben allerdings erst vom 20. Lebensjahre aufwärts beobachtet werden kann.

Es geht aus dem Vergleiche der Befunde hervor, daß die höheren Altersstufen reichlichere Epithelperlen aufweisen, als die mittleren. Bezüglich der Krankheiten ist nicht zu erweisen, daß diese einen besonderen Einfluß auf die Bildung der genannten Elemente besitzen. In der Literatur fanden dieselben bereits Erwähnung. Zanda gedenkt ihrer und beschreibt sie analog der vorstehenden Darstellung. Er erblickt in ihnen die Grundlage für die Osteombildung in der Arachnoidea, findet sie in allen Lebensaltern und bei den verschiedensten Krankheiten und mißt ihnen keine wesentliche lokale Bedeutung bei.

Wenn man sich auch der Annahme Zandas im wesentlichen anschließt und wenn man zugibt, daß die Arachnoidalperlen der Ausgangspunkt pathologischer Bildungen sein können, so muß man dennoch bei dem allgemeinen Vorkommen derselben sich fragen, ob sie nicht doch eine allgemeinere Bedeutung besitzen. Vor allem muß man sich fragen, ob nicht ähnliche Bildungen auch der Arachnoidea cerebralis zukommen. Und da zeigt sich, daß diese Epithelperlen entschieden eine große Ähnlichkeit im Baue mit den Arachnoidalzotten (den Pacchionischen Granulationen) besitzen. Man sieht ferner auf Querschnitten, daß gleich den Pacchionischen Granulationen die Epithelperlen des Rückenmarks sich vorwiegend dorsal finden

und daß sie gleichfalls vielfach degenerative Veränderungen aufweisen. Es hat den Anschein, als ob die gesamte Arachnoidea die Tendenz zu Wucherung ihrer Epithelien besitzt und daß diese Wucherungen dort, wo die Verhältnisse günstig sind, sich entsprechend entwickeln und zu funktionierenden Gebilden ausgestalten können.

Das gilt für das Gehirn und für das Rückenmark, hier allerdings nur mehr für die lumbosacralen Partien und in unvollkommener Weise.

Für die Pathologie von einer gewissen Bedeutung erscheint der Zellgehalt der Arachnoidea, den man vielleicht besser als Kerngehalt bezeichnen könnte. Es kommen hierbei die originären Kerne der Arachnoidea in Betracht, die Bindegewebskerne, die Kerne der Epithelien, ferner solche, die bei entzündlichen Prozessen der Umgebung aus dem Blute in die Arachnoidea gelangten und dort zwischen den Bindegewebsbalken sich befinden.

Was die ersteren beiden anlangt, so erscheinen diese im Präparate bei sehr jugendlichen Individuen reichlicher. Diese allerdings nur scheinbare Vermehrung wird ihren Grund zum Teile darin haben, daß die Bindegewebsbalken viel schmächtiger sind und dadurch enger aneinander liegen, gleichzeitig damit aber auch die Zellen enger aneinander rücken. So kann leicht der Eindruck eines gewissen Zellreichtums hervorgebracht werden. Dagegen finden wir diese beiden originären Zellarten im Senium effektiv vermehrt. Hier kommt die Zellvermehrung allerdings hauptsächlich durch die Bildung der Epithelperlen zustande.

Zum Unterschiede von diesem normalen Befunde ist die reichliche Zellinfiltration der Arachnoidea bei meningitischen Prozessen zu erwähnen. Die Infiltrationszellen sind die gleichen, wie man sie bei der Entzündung der Pia mater überhaupt findet und wie sie dem Grundprozesse entsprechen. In diesen Fällen kann man trotz mangels der Charakteristika der Entzündung, wie Hyperämie und Hämorrhagie, wohl von einer fortgeleiteten Entzündung sprechen, indem neben der Infiltration auch die originären Zellen eine Vermehrung zeigen und auch die Fasern durch schlechtere Tinktion eine gewisse Schädigung erkennen lassen.

Es tritt also zu dem infiltrativen Moment das degenerative, so daß man wohl von einer Arachnitis sprechen könnte. Man muß bei diesem Umstande allerdings immer im Auge haben, daß die Entzündung keine autochthone, sondern eine fortgeleitete oder Kontaktentzündung ist.

Diese Erscheinungen fanden sich in drei Fällen (Nr. 23, 32, 49).

Es erscheint im ersten Augenblicke verwunderlich, in einem Organe, das keine Blutgefäße enthält, vom Vorhandensein von Blut sprechen zu müssen (Taf. IV, Fig. 4). Letzteres findet sich in Form einer Anhäufung roter Blutkörperchen, meist mit spärlichen weißen gemischt frei im Gewebe. Dieses Vorhandensein wird vielleicht verständlicher, wenn man die eben geschilderte Arachnitis ins Auge faßt. Es könnte sich nämlich auch hier um freies Blut handeln, das aus der Umgebung, vielleicht auch postmortal in die Arachnoidea gelangt ist. Doch spricht gegen diese postmortale Einlagerung der Umstand, daß meist nur rote Blutkörperchen vorhanden sind und diese vielfach bereits in dem Zustande einer fortgeschrittenen Veränderung. Das Vorkommen von Blut ist keineswegs abhängig vom Alter, wiewohl es in den höheren Dezennien sich häufiger findet als in jüngeren Lebensjahren. Dagegen ist eine entschiedene Abhängigkeit von vaskulären Prozessen bemerkbar, seien diese nun direkte oder indirekte nach schweren eitrigen oder tumorösen Prozessen. Vielleicht erinnern diese Blutbefunde in der Arachnoidea an die gleichen in der Dura cerebri, die sich gleichsam unabhängig von den Gefäßen frei im Gewebe finden (Nose).

Eine Deutung dieser Verhältnisse ist in der Dura ebensowenig möglich gewesen als in der Arachnoidea und es ist schwer, diese Veränderungen als pathologische zu deklarieren, da sie sich unter sonst normalen Verhältnissen finden.

Aus alldem geht hervor, daß die normale Arachnoidea spinalis eine Reihe von Veränderungen aufweist, die vielfach den Eindruck des Pathologischen hervorrufen und wohl auch der Ausgangspunkt pathologischer Bildungen sein können.

Die pathologischen Bildungen aber werden sich im wesentlichen nach zwei Richtungen hin bewegen, nach der Richtung der einfachen Degeneration und nach jener der Neoplasmenbildung. Entzündliche Prozesse können lediglich fortgeleiteter Natur sein.

Ich halte es für meine Pflicht, Herrn Hofrat Prof. Obersteiner für die Anregung und das bekundete Interesse an dieser Arbeit ergebenst zu danken.

Literatur.

Chvostek, Weitere Beobachtungen über Kalkplättchen in der Arachnoidea spinalis. Wr. med. Pr. 1880, Nr. 51, 52.

Key u. Retzius, Studien in der Anatomie des Nervensystems. Stockholm 1875, Vol. I, S. 137 u. ff.

Krämer, Die Knochenneubildung in der Arachnoidea. Allg. Z. f. Ps. Bd. XXXIV.

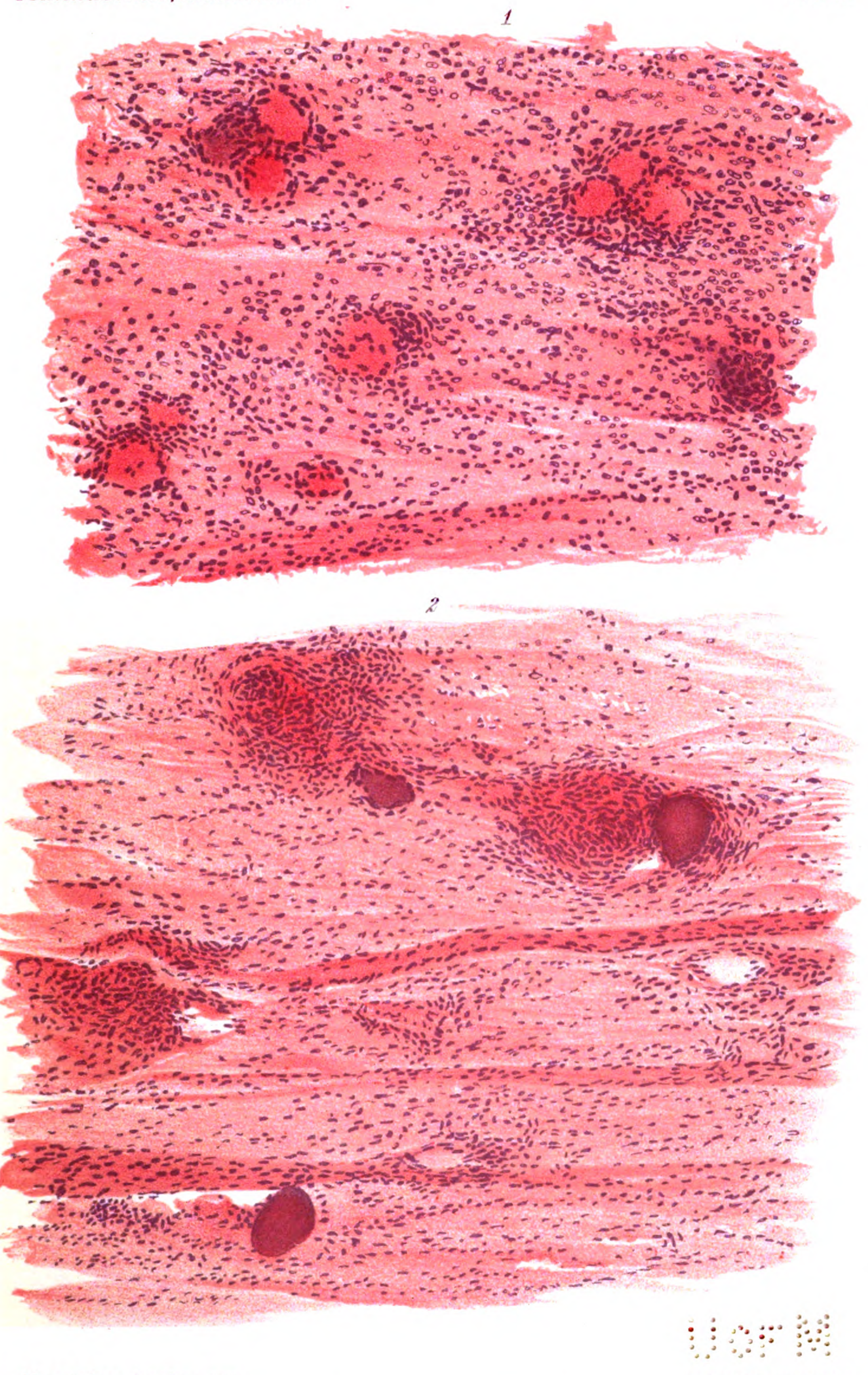
Levi, Untersuchungen über den Bau der Psammome der Dura mater und der Kalkplättchen der Arachnoidea spinalis. Inaug.-Diss. Freiburg 1890.

Nose, Arbeiten aus dem neurol. Institut der Wiener Universität. Prof. Obersteiner. VIII. S. 79 ff.

Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Zentralorgane. Wien 1901, S. 645 u. ff.

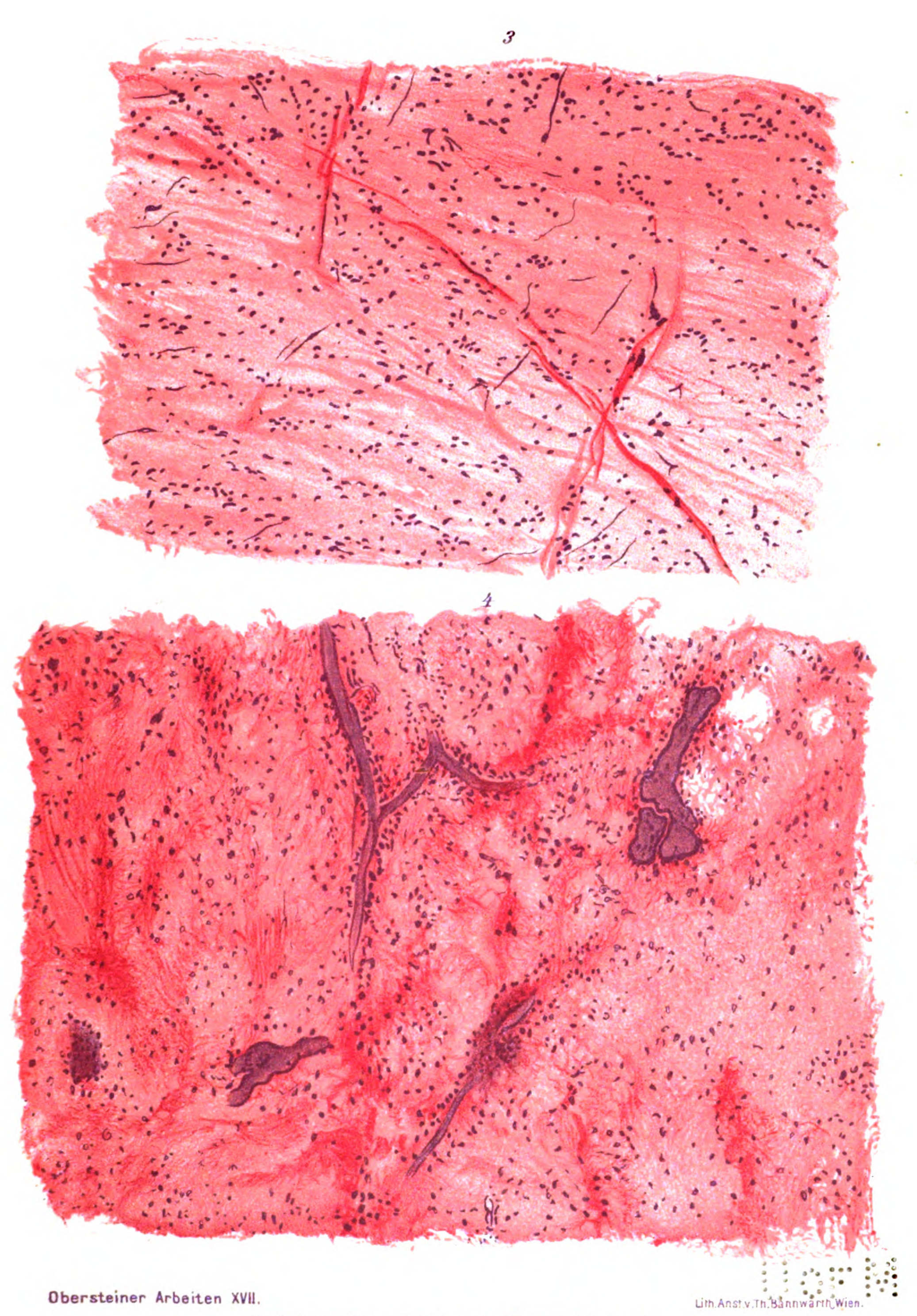
Zanda, Über die Entwicklung der Osteome der Arachnoidea spinalis. Zieglers Beiträge 1889, Bd. V, S. 393.

Tafel III. Fig. 1. Epithelperlenbildung — zentral hyaline homog. Massen. Fig. 2. Epithelperlen mit verkalkten zentralen Massen. Tafel IV, Fig. 3. Spießbildungen der Arachnoidea. Fig. 4. Verkalkte Bindegewebsbalken und freies Blut.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.
Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.

Beitrag zur Kenntnis des Baues der Hirngliome mit Berücksichtigung der Zellformen.

Von

Dr. Torata Sano.

(Tokio.)

(Mit 5 Abbildungen im Texte.)

Der Schwierigkeit, die Genese eines Prozesses aus einem histologischen Bilde zu erschließen, suchte man bei den Gliomen dadurch zu begegnen, daß man aus den verschiedenen Zellformen auf genetische Zusammenhänge schloß. Am weitgehendsten hat das Ströbe getan, indem er das Vorhandensein typischer Ependymzellen benutzte, um einen Zusammenhang von Gliom mit abgesprengten Ependymzellen der Ventrikel wahrscheinlich zu machen, ähnlich wie das bezüglich der syringomyelitischen Bildungen im Rückenmark geschehen war. Es scheint nur in seiner Argumentation ein Moment zu wenig berücksichtigt, nämlich das Verhalten der reinen Ependymgliome, die in ihrem Baue von dem gewöhnlichen Gliom nicht unwesentlich differieren. Deshalb geht Bonome in der Deutung der ependymähnlichen Zellen in Gliomen weiter. Er faßt sie allgemeiner als ektodermale Zellen auf, die embryonalen Charakter besitzen, mit Migrationsfähigkeit ausgestattet sind, sich aber nicht mehr zu Neuroblasten differenzieren können, sondern Entwicklungsstätten für Gliome bilden. Nachdem nun aber auch in sekundären Prozessen die den zystenwandzellen ähnlichen Gebilde gefunden wurden, so muß man sich der Anschauung Marburgs anschließen, daß die Zysten kein so bedeutendes Interesse für die Gliombildung besitzen, da für die Mehrzahl derselben ein Zusammenhang mit dem Ependym trotz analoger Zellverbände nicht in Frage kommt. (Diskussion

darüber siehe S. 309 bis 311, Arbeiten aus diesem Institute, XIII. Bd.) Deshalb lassen wohl auch die neueren Darsteller der Geschwulstlehre beide Möglichkeiten zu, sowohl die Entstehung des Glioms aus abgesprengten Ependymzellen als auch jene aus einer Entwicklungsstörung des Neuralrohrs (Borst 1902, Geschwulstlehre, I. Bd., S. 252). Eines scheint jedoch bei der ganzen Frage vergessen, das ist das funktionelle Moment. Es geht wohl kaum an, eine Zelle, die der Ependymzelle morphologisch nahesteht, schon als Ependymzelle zu bezeichnen, wenn man nicht auch den Nachweis der gleichen Funktionen erbringen kann. Weiters erscheint gar nicht die Bildung der Gliazellen aus ihrer Mutterzelle berücksichtigt, von der überaus wenig bekannt ist. Man spricht bei den Gliomen von embryonalen Elementen, ohne genügend Rücksicht auf den Bau der normalen Glia zu nehmen. Es erscheint darum vielleicht nicht unangebracht, noch einmal an einer Reihe von Gliomen die verschiedenen Zellformen genau zu untersuchen, wie dies ja von verschiedenen Autoren bereits geschehen ist. Nur soll im nachstehenden Rücksicht genommen werden auf folgende drei Momente:

1. Welche Zellen der normalen Glia finden sich in den Gliomen?

2. Sind Zellformen vorhanden, welche typisch sind für den embryonalen Charakter der Zellen?

3. Welche pathologische Zellformen (Degenerationsformen) finden sich in den Gliomen?

Es standen im ganzen 12 Fälle zur Verfügung, die infolge der Fixation des Materiales zu keiner der üblichen Gliafärbemethoden verwendbar waren. Es mußte darum einfach nach van Gieson oder mit Hämalaun-Eosin gefärbt werden; gelegentlich auch mit Orcein oder Toluidinblau. Die Resultate dieser Färbemethoden waren bezüglich der Zellen und Kerne einwandfreie, ließen aber die Fortsätze der Zellen, respektive den Zusammenhang der Gliafäden mit ihren Zellen nicht so erkennen, daß darüber wesentliches ausgesagt werden könnte.

In folgendem sei zunächst das Wesentliche aus den Untersuchungsprotokollen der Fälle mitgeteilt. Für deren Überlassung, sowie für die gütige Förderung meiner Arbeit bin ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Hofrat Obersteiner zu größtem Danke verpflichtet.

I. In der netzförmigen Grundsubstanz finden sich Zellen von verschiedenen Typen. 1. Kleine Zellen von Spinnenzellcharakter; 2. große Zellen von dem gleichen Charakter. In den letzteren finden sich gelegentlich mehrere Kerne. Die Kerne sind rund, scharf konturiert, blaß, mit zahlreichen Kerngranulis; in einzelnen Zellen unvollkommene Kernteilung, in anderen Kernzerfall, wobei die Kerne einen eigentümlichen mattvioletten Ton annehmen. In einzelnen haben sich die Kerne mit Eosin intensiv tingiert; 3. Zellen, die epithelähnlich sind, rechteckig, mit an einer schmalen Seite gelegenen Kernen; 4. spindelähnliche Gebilde.

II. Fädigkörnige Grundsubstanz, geblähte Gliazellen mit mehreren Kernen (Gliarasen), homogene Partien mit eingestreuten Kernen und Körnchenzellen, massenhafte Gliakerne. Einzelne Zellen ependymähnlich; nur in der Umgebung von Gefäßen reichliche Corpora amylacea, deren Bildung aus Gliazellen wahrscheinlich ist. Man kann gelegentlich eine kernhaltige Gliazelle homogen rot gefärbt finden, wobei der Kern dunkler tingiert ist, als die Umgebung. Typische Stäbchenzellen[1]) in großer Menge.

III. Faserigkörnige Grundsubstanz; zahlreiche Zellen, von denen ein Teil degeneriert ist, sehr zahlreiche Kerne in den verschiedensten Formen, wenig Spinnenzellen, meist birnförmige Zellen mit einem Spitzenfortsatz, der Kern wandständig, einzelne ependymähnliche Zellen, stellenweise in Reihen angeordnet, stellenweise isoliert, viele in der Nähe von Gefäßen; Stäbchenzellen sind nicht zu sehen, dagegen zahlreiche körnchenzellenähnliche Gebilde.

IV. Vorwiegend nekrotisches Gewebe. Dort, wo dasselbe fehlt, echtes Granulationsgewebe, in der Umgebung des Tumors Ödem, einzelne der gequollenen Gliazellen pigmenthaltig (Blutpigment).

V. Sehr faserreiches Gliom, das gleichzeitig auch nicht wenig Zellen enthält. Die Zellen haben verschiedenen Charakter. Die einen besitzen eine groteske Form (oft aktinienähnlich), sind sehr groß, der dunkle Kern gelegentlich exzentrisch. Eine zweite Gruppe von Zellen ist klein, sie sehen wie junge Bindegewebs- oder Granulationszellen aus. Ependymähnliche Elemente oder Stäbchenzellen sind selten zu treffen. Die Corpora amylacea sind zahlreich. Man kann deutlich drei verschiedene Arten erkennen: 1. Typische mit Hämalaun blau gefärbte, 2. diesen nahestehende, weitaus größere, die einen dunkleren (blauen) Kern und einen ringförmigen (roten) Hof erkennen lassen, oder solche, die einer großen runden Gliazelle ähnlich sehen, nur schwach bläulich gefärbt, 3. kann man Gliazellen erkennen, deren Zentrum (Kern?) bereits den Charakter der Corpora amylacea zeigt.

VI. Typisches Ependymgliom. Das Ependym stark gewuchert, man sieht Kernteilungsfiguren. Das Grundgewebe besteht aus lockeren Gliafäden, die stellenweise kleine zystische Hohlräume zwischen sich fassen. Die zystischen Hohlräume sind entweder nur von Gliafäden umsäumt oder es bilden sich am Rande einzelne kettenartig aneinander gereihte Ependymzellen.

---

[1]) Für Zellen, welche den von Nissl beschriebenen Stäbchenzellen gleichen, ist hier, ohne daß vorderhand an eine Identifizierung gedacht ist, der Kürze wegen der gleiche Name gebraucht.

Auch das sonstige Gewebe enthält zahlreiche Ependymzellen, neben diesen jedoch auch einzelne Spinnenzellen von größerem Kaliber. Auch neben und in den zystischen Räumen finden sich Riesengliazellen. Einzelne Stäbchenzellen.

VII. Ependymgliom. Analoges Verhalten.

VIII. Sehr lichtes Netzwerk von Gliafäden, mit zahlreichen eingestreuten Gliakernen, meist ohne Plasma. Wenn Plasma vorhanden, ist es sehr spärlich. Die Zellen sind dann polygonal oder kubisch in der Form. Bei den kubischen Zellen, die ohne Fortsätze sind, finden sich auch helle Kerne etwas exzentrisch gelagert. Stäbchenzellen fehlen vollständig. Die Kerne sind stellenweise reihenförmig angeordnet. Das Gliom ist rein infiltrativ. Keine Corpora amylacea.

IX. Wie VIII. Neigung zu Zystenbildung. Man sieht dann kleine oder größere Hohlräume, gelegentlich perivasculäre, in deren Inneren ganz reizloses, bisweilen nekrotisches Gewebe sich findet. Die Ränder sind mäßig von Zellen besetzt, die keine Reihen bilden, dagegen finden sich reihenbildende Zellen mitten im Gewebe. Der Charakter der Zellen ist verschieden: 1. Gliakerne mit mäßigem Protoplasma, 2. typische fortsatzreiche Gliazellen mit mittlerer Plasmaentwicklung, 3. ependymähnliche Zellen ohne Bürstenbesatz. Das Gliom ist dicht infiltrierend (im Inneren noch normale Ganglienzellen des Thalamus). Stäbchenzellen fehlen.

X. Sehr dichtes Fasernetz, sehr zahlreiche Zellen der verschiedensten Typen, insbesondere solche von Spindelzelltypus vorhanden, dagegen fehlen Stäbchenzellen. Auch hier ist wieder in den Gliazellen Blutpigment enthalten. Einzelne Corpora amylacea; mächtige Zyste. Der Zystenrand ist von blutpigmenthaltigen Zellen umsäumt, sonst nur dichtes Glianetz mit wenig eingestreuten Zellen; an einzelnen Stellen finden sich Zellverbände, die um ein Lumen gestellt sind, so daß es den Anschein gewinnt, als ob ein Drüsenschlauch vorläge.

XI. Überaus zellreich, die Kerne dicht aneinander gereiht, wie bei einem Sarkom. Das Plasma dieser Kerne äußerst gering, wie bei den Spindelzellen. Im Zentrum sowohl wie an den Randpartien sind große geblähte, ein- oder mehrkernige Spinnenzellen vorhanden. Betrachtet man die Kerne der zahlreichen Zellen, so finden sich zwei Typen. Die einen sind klein, dunkel, die anderen dagegen den Kernen des Ependyms gleich. Ein Plasma ist um diese letzteren Kerne nicht deutlich ersichtlich. Der Tumor reicht von der Rautengrube bis ins Dorsalmark, von da nach abwärts zeigen sich syringomyelische Veränderungen. In den dichten Stellen des Tumors selbst ist keinerlei Zeichen einer epithelartigen Anordnung der Zellen.

XII. (Gliom mit großer Zyste vom Ventrikel ausgehend.)

In diesem Gliome lassen sich drei Partien unterscheiden. Die erste ist die um die Zystenwand; ausgekleidet von einem unterbrochenen Ependymsaum, bildet ein dichtes Glianetz mit wenigen eingestreuten Kernen, die Matrix. Einzelne große Spinnenzellen mit mehreren Kernen sind darin eingelagert. Der Körper dieser Spinnenzellen ist auffallend homogen. Die zweite Partie enthält kernreiches, etwas myxomatöses Tumorgewebe mit verschiedenen Zellformen, von den kleinsten bis zu den größten Stäbchen-Spindel-

Spinnenzellen, selten eine von epitheloidem Charakter. Einzelne ganz homogenisiert, kernlos, die homogenisierte Masse macht mitunter den Eindruck eines Corpus amylaceum. Dritte Partie: Hier finden sich in der Tumorgrundsubstanz reichliche Zellen, die ihre Herkunft von den Spinnenzellen deutlich erkennen lassen, indem noch einzelne Fortsätze zu finden sind und auch die Form dafür spricht. Die Grundsubstanz ist dicht und homogen, der Kern exzentrisch und geschrumpft. Einzelne sehen wie Fettkörnchenzellen aus, doch sind sie weit größer als diese, einzelne sind pigmentiert.

Wenn man nun die Ergebnisse zusammenfaßt, so sei zunächst hervorgehoben, daß in der Mehrzahl der Gliome ein einheitlicher Zelltypus nicht vorkommt, daß man höchstens vom besonderen Hervortreten eines Typus sprechen kann. Eine Einteilung der Gliome erscheint also nach dem Zellcharakter nicht von besonderem Belang. Von den dem normalen Gliagewebe angehörigen Zellen finden sich am häufigsten die kleinen rundlichen; an den vorliegenden Präparaten zeigen diese kaum jemals erkennbare Plasmamäntel. Es sind dies dieselben Gliazellen, die sich in den pathologischen Wucherungen der Glia bei chronisch entzündlichen Prozessen in reichem Maße bilden. Man kann sie einfach als Gliakerne bezeichnen, da der Kern bei den hier angewandten Methoden meist das einzig Sichtbare daran ist. Die Kerne sind rundlich oder längsoval, ziemlich dunkel, aber mit deutlicher Granulierung. Was sie am besten charakterisiert, ist ihr inniges Verhältnis zu den umgebenden feinen Gliafäserchen, die quer oder längs getroffen eine Grundsubstanz für die Kerne bilden. Bonome findet diese Elemente vorzüglich in dem peripheren Gliomteil und sieht in ihnen Äquivalente der normalen jungen Neuroglia. Es sind das aber dieselben Zellen, welche nach Weigert die Hauptmasse der Stützsubstanz der Medulla spinalis und wohl auch des Gehirns bilden, von denen man wohl kaum annehmen kann, daß sie durchwegs Jugendelemente darstellen. Auch ihre Identifizierung mit den Deitersschen Zellen kann unmöglich aufrecht erhalten werden, da man als Deiterssche Zellen doch nur solche mit großem Plasmamantel und zahlreichen Fortsätzen bezeichnen kann. Es sind diese kleinen Rundzellen nichts anderes, als jene von Weigert als Gliakerne bezeichneten Gebilde, welche nur infolge von Überlagerung mit Gliafibrillen den Eindruck der Spinnenzellen hervorrufen, also normale Elemente.

Die zweiten in Gliomen vorkommenden normalen Gliazellen sind die plasmareichen Spinnenzellen. Bezüglich dieser letzteren

kann man natürlich nicht angeben, ob sie Lang- oder Kurzstrahler sind, wenn nicht Golgi-Präparate vorliegen. Es nähern sich die Zellen in ihrem Aussehen meist jenen, die Ranvier abbildet. Bezüglich dieser fortsatzreichen Zellen ist zu bemerken, daß man verschiedene Typen unterscheiden kann, solche, die sich in nichts von den normalen unterscheiden, die einen in der Regel dunkleren Kern besitzen, sowie ein ziemlich zartes blasses Plasma, und ferner solche, bei denen die Kerne sowohl wie das Plasma Veränderungen aufweisen, die das Gebiet des Normalen überschreiten. Das zeigt sich dann in eigenartigen Vergrößerungen der Zelle, in Veränderungen des Zellplasma und Zellkerns, im Verhalten der Zellfortsätze. Doch davon später. Es scheint, als ob die von Bonome als zweite, dritte und vierte Form beschriebenen Zellen dieser Gruppe angehören, und zwar den normalen und jenen, die über das Normale hinausgehen. Die zweite Form ist allerdings dabei fraglich.

Die Umbildung der großen Spinnenzellen leitet bereits hinüber zu den pathologischen Gliaformen. Zuvor muß aber noch einer Form der Gliazellen gedacht werden, die eigentlich nicht mehr zur Glia sensu strictiori gerechnet werden kann, nämlich der Ependymzellen. Es ist wiederholt davon die Rede gewesen, daß die Gliazellen sich in Ependymzellen umwandeln könnten, und umgekehrt Ependymzellen in Gliazellen. Für die Syringomyelie hat es Schlesinger behauptet. Für das Gliom finden wir ähnliche Anschauungen, z. B. bei Bonome und Borst.

Es ist nun sehr schwer, sich darüber eine Meinung zu machen, deshalb weil man Übergangsformen der beiden ineinander kaum nachweisen kann; denn es geht nicht ohne weiteres an, eine der Form nach ependymähnliche Gliazelle gleich als Ependymzelle zu bezeichnen; ebensowenig wie etwa die Herleitung junger Gliazellen mit einem peripherwärts gerichteten Fortsatz, bloß aus diesem Grunde aus dem Ependym, wie dies Fano annimmt. Hier scheint es am Platze, die eingangs erwähnte Anschauung durchzuführen. Es genügt nicht, daß eine Zelle teilweise die histologischen Charaktere der Ependymzellen hat, um sie als solche zu bezeichnen. Sie muß in einem ähnlichen Verband sein, wie die gewöhnlichen Ependymzellen, und die Möglichkeit eines Funktionierens in dem gleichen Sinne als diese darf nicht von der Hand gewiesen werden können. Man müßte

in den von den Zellen ausgekleideten Hohlräumen auch Spuren von Liquor nachzuweisen imstande sein. Wenn man mit dieser Forderung an die Untersuchung der Gliome herantritt, so kann man nur äußerst selten von echten Ependymzellen sprechen. Sie finden sich nur in den seltenen Fällen von Zysten in Gliomen, die stellenweise von echtem Ependym ausgekleidet sind und Zusammenhänge mit den Hirnhöhlen zeigen, wie etwa in den Fällen von Ströbe, Bonome u. a., sowie in unserem Falle XII. Die Zellen, die wie Ependym aussehen (Fig. 1) und auch von den Autoren

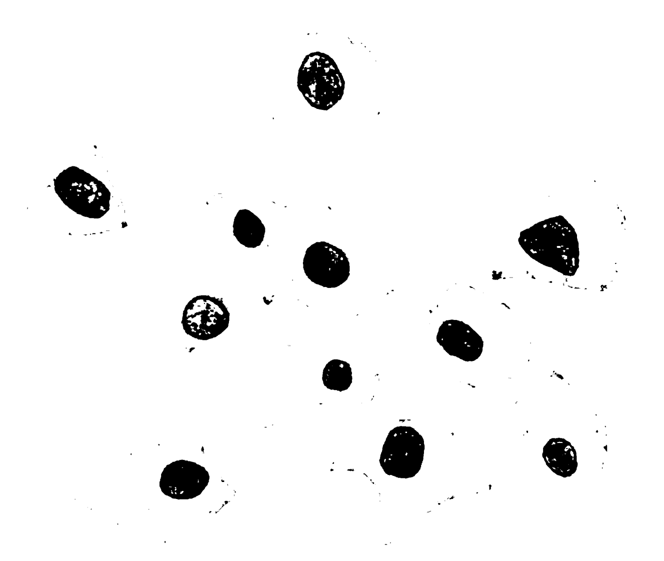


Fig. 1. Ependymähnliche Zellen.

als Ependym beschrieben werden, sind einfache, kubische oder leicht zylindrische, mitunter auch birnförmige Zellen, welche den Kern an der einen Schmalseite haben, ein Kern, der in gewissem Sinne den Epithelkernen ähnlich ist. Solche ependym- oder epithelähnliche Zellen konnte man allerdings in ziemlich geringer Menge in allen untersuchten Gliomen finden. Sie besitzen meist keinerlei wie immer geartete Fortsätze.

Es war nun von Interesse zu sehen, wie sich die Ependymzellen in echten Ependymgliomen verhalten und daraus eventuelle Schlüsse für die geschilderten Zellen zu ziehen. Da fand sich nun, daß die Ependymzellen in den Ependymgliomen viel-

fach den ependymähnlichen Zellen gleichen, wie sie in den gewöhnlichen Gliomen vorkommen, nur daß die Häufigkeit, mit der sie vorkommen, differiert, so daß man etwa sagen könnte, in den Ependymgliomen überwiegen die ependymähnlichen Zellen vor den anderen, in den gewöhnlichen Gliomen ist das Umgekehrte der Fall.

Aus dem allen geht hervor, daß wir als eines der gewöhnlichen Elemente in den Gliomen die ependymähnlichen Zellen zu sehen haben, daß diese ependymähnlichen Zellen, wie aus den Ependymgliomen hervorgeht, höchstwahrscheinlich pathologisch veränderte Ependymzellen sind; daß aber nicht zu erweisen ist, ob sich Übergänge von Ependymzellen zu Gliazellen finden, ebensowenig wie sich verschiedene Entwicklungsstadien von Spongioblasten zu Spinnenzellen erkennen lassen. Dagegen läßt sich eine gewisse Ähnlichkeit der geschilderten ependymähnlichen Zellen mit den von Fano als embryonale Zellen des zweiten Typus beschriebenen Gebilden nicht leugnen. Der epithelähnliche Kern, das blasse homogene Plasma, die Eigenart der Form, insbesondere aber der Umstand, daß analoge Zellen vielfach in Ependymgliomen zu finden sind, macht die Ähnlichkeit wahrscheinlich. Nun leitet aber Fano diese Zellen des zweiten Typus vom Mesenchym ab, was für die Zellen des Glioms, besonders der Ependymgliome wohl auszuschließen ist. Aus diesem Grunde ergibt sich wieder die Tatsache, daß das histologische Bild nicht maßgebend sein kann für die Erklärung der Genese, da gleiche Bilder verschiedenen Ausgangspunkt haben können.

Zwei Formen von Zellen gestatten kaum ihre Zurückführung auf Gliazellen. Die einen sind von verschiedenen Autoren bereits geschildert als spindelförmige Zellen, am besten wieder von Bonome und es ist dies offenbar jene Zellform, deren gehäuftes Auftreten in Tumoren den sarkomatösen Eindruck hervorruft, denn diese Zellen sind derart aneinander gelagert, wie man dies von Spindelzellensarkomen gewohnt ist. Die Zellen ließen sich am besten vergleichen mit jungen Bindegewebszellen, die man ähnlich im Granulationsgewebe findet. Das Protoplasma zeigt keine besondere Entwicklung, von Neurogliafibrillen ist nichts zu sehen und der Kern, der meist zentral gelegen ist, unterscheidet sich eigentlich wenig vom Bindegewebskern. Er ist mäßig groß, rund, hell und vielleicht dadurch charakterisiert,

daß einzelne Kerngranula etwas größer sind. Wenn man nicht doch zwischen diesen Zellen gelegentlich die fädigkörnige Grundsubstanz der Gliome erkennen könnte, wenn sie nicht im Wachstum den infiltrativen Charakter zeigen würden und wenn nicht doch neben der Hauptmasse dieser Spindelzellen sich auch andere Gliazellen fänden, so würde man kaum das Recht haben, diese Gebilde der Glia zuzurechnen. Für sie kann dann die Fanosche Ansicht vom mesenchymalen Ursprung in Frage kommen, wie denn auch aus Fanos Abbildungen ähnliche Zellbilder ersichtlich sind.



Fig. 2. Stäbchenzellähnliche Gliazellen.

lich sind. Das zweite Element der genannten Art sieht der Stäbchenzelle so ähnlich (Fig. 2), daß man nicht Anstand nehmen würde, diese Zellen mit den Stäbchenzellen Nissls zu identifizieren, wenn man nicht durch ihren Fundort im Gliom vorsichtig gemacht würde. Es läßt sich diese Zellform nicht anders beschreiben, wie dies Nissl für seine Stäbchenzellen getan — ein länglicher Kern, an den Seiten kaum sichtbares Plasma, an den Enden mäßige Plasmaanhäufungen, die sich in fadenförmige Gebilde fortsetzen. Es sei gleich hier betont, daß die fadenförmigen Gebilde keinerlei wellige Formen erkennen lassen, sondern gerade gestreckt sind. Bereits Sträussler hat diese Stäbchenzellen als

Gliazellen bezeichnet, während ihr Entdecker mehr der mesodermalen Herkunft derselben zuneigt, ähnlich wie dies Miyake tut. Freilich muß zugegeben werden, daß diese Zellen sich nicht

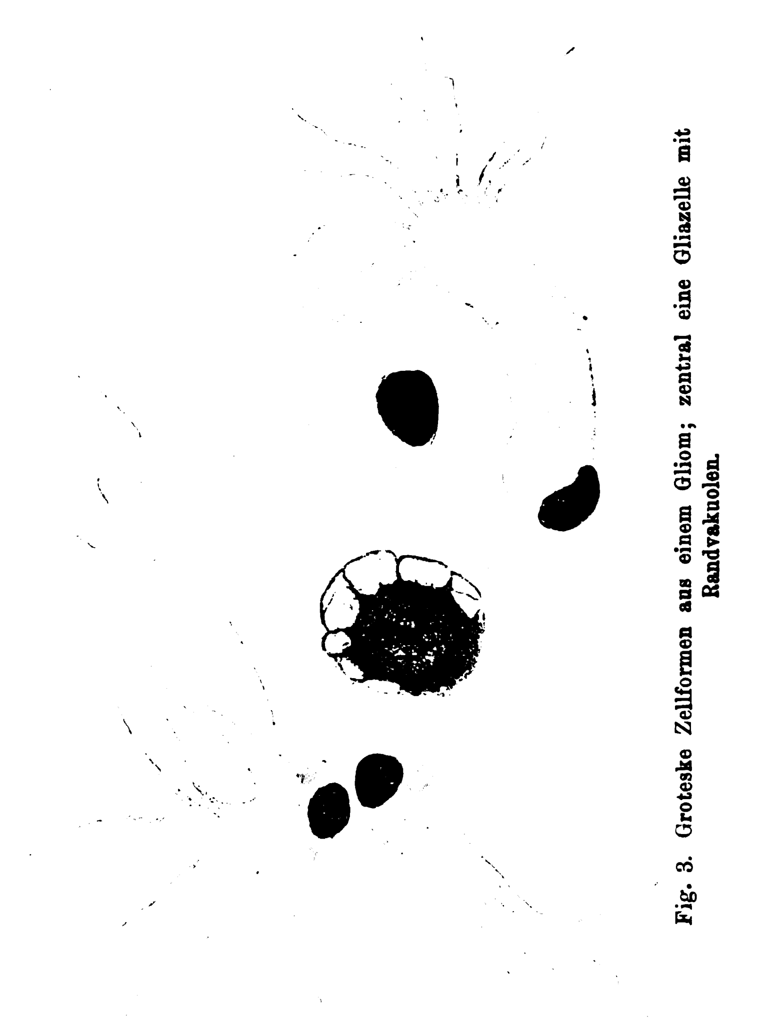


Fig. 3. Groteske Zellformen aus einem Gliom; zentral eine Gliazelle mit Randvakuolen.

überall finden, sondern nur in einzelnen Gliomen und hier vereinzelt. Es ist nun bemerkenswert, daß bei der Entwicklung der Glia, wie sie Fano darstellt, bipolare Zellen auftreten, welche ganz den Charakter der Nisslschen Stäbchenzellen besitzen

(Fano, Taf. VIII, Fig. 46), nur daß die Fortsätze der Zelle gewundene sind. Fano hält diese Zellen mit Recht für echte Glia, und zwar Abkömmlinge des Ependyms.

Es erübrigt nun noch zu zeigen, in welcher Weise die geschilderten Gliazellen Veränderungen sicher pathologischer Art aufweisen. Die eine wurde schon angedeutet; sie besteht in einer mächtigen Vergrößerung des Zellkörpers, der gleichzeitig

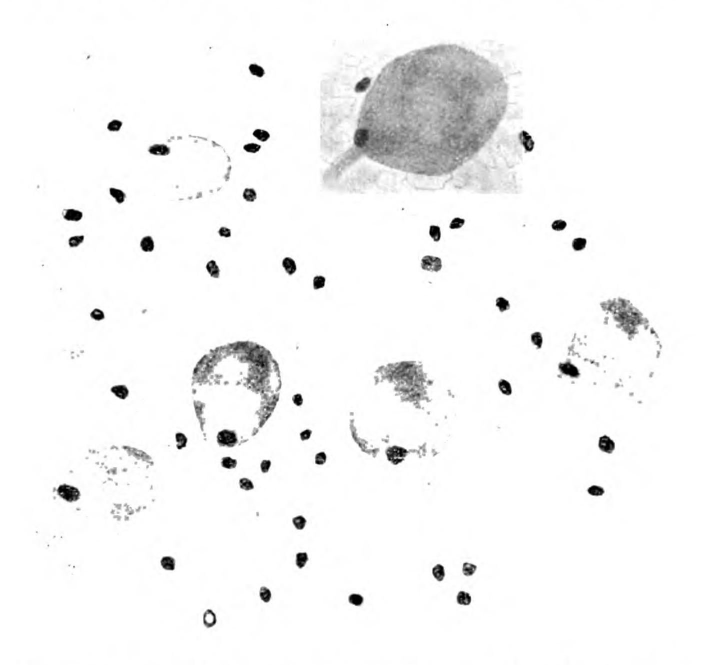


Fig. 4. Ovoide Gliazellen — Degenerationsformen, den Körnchenzellen ähnlich.

homogen wird. Es ist bemerkenswert, daß diese Zellveränderung lediglich die großen Spinnenzellen betrifft; diese Zellen zeigen dann gelegentlich die sonderbarsten Formen. (Fig. 3.) Sie sind in ihrem Aussehen wie aus Hyalin bestehend, besitzen wenige, dicke Fortsätze, zeigen im Inneren gelegentlich Andeutung einer Vakuolisierung oder sind von Vakuolen durchsetzt. Ihr Kern, der anfänglich deutlich und meist exzentrisch liegt, geht dann mitunter verloren, mitunter wird er größer und blaß. Gelegentlich teilen sich auch die Kerne, ohne daß Zellteilung erfolgt und

es finden sich dann die Nisslschen Gliarasen. Es kommt nun auch vor, daß derartige Zellen ihre Fortsätze gänzlich verlieren und eine ovoide Form annehmen. (Fig. 4.) Solche Zellen imponieren dann wie riesige Fettkörnchenzellen, von denen sie sich nur durch den Mangel an Fettgehalt unterscheiden. Eine weitere Etappe in den degenerativen Vorgängen der Gliazellen scheint dann der Zerfall dieser homogenen Masse zu sein; entweder geht derselbe in der Weise vor sich, daß die homogenisierte Zelle in rundliche Schollen und Bröckeln zerfällt, die sich von den bei multipler Sklerose von Marburg beschriebenen dadurch unterscheiden, daß sie gewöhnlich gröber sind, oder es kommt zur Verfettung des Plasma.

Es ist hier am Platze, einige Worte über das Vorkommen der Corpora amylacea in Gliomen zu sprechen, da deren Zustandekommen vielleicht in einem gewissen Zusammenhange mit der Destruktion der Gliazellen steht. Das bloße Vorkommen in Gliomen bei jugendlichen Individuen spricht schon für die enge genetische Beziehung zwischen Glia und Corpora amylacea, wie dies unter anderem Redlich und Obersteiner mit Recht behaupten. Es ist nun neuerdings wieder die Meinung vertreten worden, daß der Gliakern Ausgangspunkt dieser Kügelchen wäre (Nanbu). Nun zeigen aber hier die meisten Corpora amylacea bereits ihre volle Entwicklung, so daß von Zugehörigkeit zu Kernen oder zu Zellplasma nicht viel gesprochen werden kann. Sie färben sich dann mit Hämalaun bläulich, zeigen aber nicht selten noch einen scharfen roten Ring. Einzelne hingegen lassen absolut kein blaues Kolorit erkennen, sondern sind rot gefärbt, wie es dem verdichteten Gliaplasma zukommt; in der Umgebung dieser roten, in Form und Größe den Corpora amylacea gleichenden Gebilden finden sich jedoch auch bläuliche Corpora amylacea. Dieser Umstand legt vielleicht den Gedanken nahe, daß bei der Bildung der Corpora amylacea das Gliaplasma wesentlichen Anteil nimmt, wenn nicht gar einzig ausschlaggebend ist. Eine sichere Entscheidung darüber zu treffen, ist jedoch unmöglich. Man muß manchmal, wenn man Bilder sieht, die einer zugrunde gehenden Gliazelle entsprechen, Nanbu beipflichten, der die Umwandlung des Zellkerns in Corpora amylacea beschreibt. Der Kern wird homogen und nimmt die eigentlich blaue Farbe der Corpora amylacea an. Das Zellplasma verkleinert sich, ohne jedoch Zwischenstadien

zwischen dem entwickelten Corpora amylacea und dem geschilderten Zustande zu zeigen. Dagegen sieht man gelegentlich Verdichtungen zentral in zugrunde gehenden kernlosen Gliamassen, die vollkommen den mit Eosin-rot tingierten Corpora amylacea entsprechen. Der Versuch, mit anderen Tinktionsmethoden eine Entscheidung der Frage herbeizuführen, gelang nicht. Orcein färbte die Corpora amylacea deutlich, aber auch der Kerninhalt und die Körper der Gliazellen, insbesondere die verdichteten, nahmen diese Farbe an. Ein gleiches gilt für Toluidinblau. Aus all dem ergibt sich, daß man möglicherweise mehrere Entstehungsarten der Corpora amylacea besitzt, die alle aus Gliazellen entstehen, das eine Mal vielleicht mit dem Kern als Grundlage, das andere Mal mit verdichteter Glia des Gliazellkörpers. Beachtung verdient auch die Auffassung Wadas, nach welcher die Amyloidkörperchen durch eine Ablagerung an das Gliafasernetz aus irgendeiner Substanz bestehen, welche mit dem Blut-Lymphstrom in das Zentralnervensystem hineinströmte.

In den Spinnenzellen machen sich, wie erwähnt, noch andere Degenerationserscheinungen bemerkbar, die aber nichts Wesentliches bedeuten. Es ist die bereits von vielen Autoren hervorgehobene Pigmentierung, ferner eine eigenartige Vakuolisierung, wie sie vielleicht den fetthaltigen Gliazellen bei der Sklerose entspricht (Verfettung).

Bezüglich der Ependymzellen ist bemerkenswert, daß sie auch in echten Ependymgliomen den Charakter der typischen Ependymzellen verlieren, insbesondere dadurch, daß sie außer ihrem basalen Fortsatz noch seitliche Fortsätze gewinnen, welche sie im Wesen den Spinnenzellen näher bringt (Fig. 5); anderseits können diese Zellen, wie erwähnt, aber auch ihren basalen Fortsatz verlieren und dann den Charakter epithelähnlicher Zellen gewinnen. Das Wesentliche dabei ist, daß derartige Zellformen nicht nur in den Ependymgliomen, sondern auch in den typischen Spinnenzellengliomen sich finden und nicht etwa im Sinne von Transformationen (Übergang von Ependym in Spinnenzellen) gedeutet werden müssen, sondern lediglich als Formänderung durch Lageverhältnisse bedingt angesehen werden können.

Überblickt man nun die vorliegenden Befunde, so zeigt sich, daß jedes Gliom aus drei Gruppen von verschiedenartigen Zellelementen besteht; erstens Zellen der normalen Glia oder des nor-

malen Ependyms. Zu diesen gehören: *a)* die Spinnenzellen, *b)* die sogenannten Gliakerne mit den freien Gliafasern, *c)* echte Ependymzellen. Diese letzteren finden sich in Gliomen nur dann, wenn ein zystischer Hohlraum vorliegt, der in seinem Charakter vollkommen einer Ventrikelausstülpung entspricht. Von solchen Ependymzellen muß man alle Charaktere dieser letzteren verlangen, das ist eventuell Nachweis von Härchenbesatz, typische Zellform und Zellkern, sowie basaler Fortsatz.

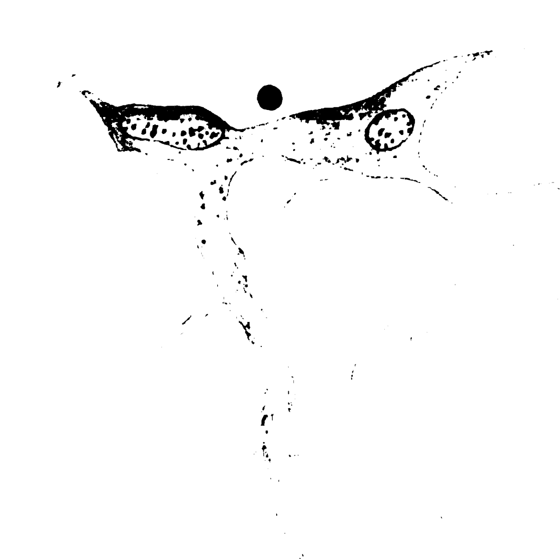


Fig. 5. Ependymzellen aus einem Ependymgliom (isoliert).

Zweitens embryonale Zellen. Dahin sind vielleicht zu rechnen die den Sarkomzellen ähnlich aussehenden spindeligen Elemente, ferner die stäbchenzellenähnlichen.

Drittens pathologische Gliaformen: *a)* geblähte homogene Spinnenzellen, *b)* Gliarasen, *c)* pigment- und fettentartete Gliazellen, schließlich *d)* die ependym- oder epithelähnlichen Zellen, die man als modifizierte Ependymzellen auffassen kann.

Es erhebt sich weiter die Frage, ob man aus diesen verschiedenen Zellformen auf die Genese des Glioms schließen kann, etwa so wie es Ströbe seinerzeit auf Grund seines Ependymbefundes in Gliomen getan hat. Hier ist vor allem das von

Golgi ausgesprochene Grundgesetz bei der Gliombildung heranzuziehen, daß jene Zellformen am meisten im Gliom vertreten sind, welche sich vorwiegend in seinem Ursprungsort finden. Wenn man diesen Satz gelten läßt, und darüber besteht wohl kein Zweifel, so ist die verschiedene Zusammensetzung der Gliome ohne weiteres klar und man wird in ihr nichts Besonderes sehen, insbesonders nichts, was mit der Pathogenese des Tumors als solchen zusammenhängt. Man wird dann in den echten Ependymzysten der Gliome nicht etwa die Bedingung zur Entstehung des Tumors erblicken, sondern in ihnen eine angeborene Prädisposition sehen, derzufolge sich gerade hier ein Tumor leichter entwickelte als anderswo.

Dagegen bietet der Umstand, daß in den Tumoren ganz gleiche Zellformen und Veränderungen dieser sich finden, wie bei sekundären sklerotischen Prozessen, einen Anhaltspunkt dafür, daß man bei den Gliomen auch die **exogenen Momente** in Rechnung ziehen muß, und zwar solche, welche Anlaß einer Gliawucherung sein können, das ist in allererster Linie das Trauma. Man könnte sich dann den Vorgang bei der Tumorbildung so vorstellen, daß eine Gleichgewichtsstörung zwischen Parenchym und interstitiellem Gewebe Ausgang der Wucherung ist. Besteht nun eine angeborene Prädisposition der Glia, welche eine übermäßige Wucherung ermöglicht, dann kann es zur Bildung eines Tumors kommen, während bei Nichtvorhandensein der Prädisposition, der Destruktion eine einfache Narbenbildung folgt. Unter diesen angeborenen Dispositionen ist in allererster Linie das abnorme Vorkommen des sehr proliferationsfähigen Ependyms zu nennen, von dem wir aus der Pathogenese der Syringomelie die Neigung zur Gliabildung kennen. Es ist aber dies sicher nur eine der Möglichkeiten, die vorkommen können. Darauf weist schon der Umstand, daß Ventrikelabschnürungen auch zeitlebens ohne jede Folge bestehen können, während umgekehrt Gliome existieren, die kaum eine Beziehung zum Ependym besitzen.

Literatur.

Bonome, Bau und Histologie des pathologischen Gliagewebes. Virchows Archiv, Bd. CLXIII, 1901.

Borst, Die Lehre von den Geschwülsten. Wiesbaden 1902.

Derselbe, Rückenmarksgeschwülste. Lubarsch-Ostertag, Ergebnisse. Bd. IX, I. Abt., S. 483.

Fano, Osservazioni sulla fine struttura della nevroglia. Dal laboratorio di patologia generale ed istologia della R. universita di Pavia. Vol. XII

Golgi, Sui Gliomi del Cervello. Riv. sperim. d. Freniatria 1875.

Marburg, Zur Pathologie des Achsenzylinders in Tumoren und Narben des Gehirns. Jahrbücher f. Psychiatrie und Neurologie. Bd. XXVI, S. 270.

Derselbe, Hypertrophie, Hyperplasie und Pseudohypertrophie des Gehirns. Arbeiten aus dem neurologischen Institute an der Wiener Universität. Bd. XIII, S. 288.

Miura, M., Über Gliome des Rückenmarks und Syringomyelie. Zieglers Beiträge, Bd. XI, 1891.

Miyake, Zur Kenntnis der Altersveränderungen in der menschlichen Hirnrinde. Arbeiten aus dem neurologischen Institute an der Wiener Universität, Bd. XIII, 1906.

Nanbu, Über die Genese der Corpora amylacea des Zentralnervensystems. Archiv f. Psychiatrie, Bd. XLIV, S. 390.

Nissl, Histopathologische Arbeiten. Jena, Fischer, 1905.

Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Zentralorgane. 4. Aufl. 1901.

Derselbe, Zur Histologie der Gliazellen in der Molekularschichte der Großhirnrinde. Arbeiten aus dem Wiener neurologischen Institute. Bd. VIII, S. 313.

Ranvier, Technisches Lehrbuch der Histologie 1888, Leipzig, Vogel.

Saxer, Ependymepithel, Gliom und epitheliale Geschwülste des Zentralnervensystems. Zieglers Beiträge, Bd. XXXII, 1902, S. 276.

Schlesinger, Beiträge zur Klinik der Rückenmarks- und Wirbeltumoren. Jena, Fischer, 1898.

Sträussler, Die histopathologischen Veränderungen des Kleinhirns bei der progressiven Paralyse.... Jahrbücher für Psychiatrie. XXVII. Bd., S. 8.

Ströbe, Über Entstehung und Bau der Gehirngliome. Zieglers Beiträge, Bd. XVIII, 1895, S. 405.

Wada, Über die pathologische Anatomie der Epilepsie nebst Entstehung der Amyloidkörperchen im Zentralnervensystem. Neurologia, Bd. VII, S. 3.

Weigert, Beiträge zur Kenntnis der normalen menschlichen Neuroglia. Frankfurt 1895.

Jamagiwa, K., Eine neue Färbung der Neuroglia. Zugleich ein kleiner Beitrag zur Kenntnis der Natur von den Gliafasern. Virchows Archiv, Bd. CLX, S. 358.

Zur Histologie der vorderen Wurzeln des Rückenmarks der Säuger.

Von

Dr. Wolfgang Sabbath.

(Mit Tafel V und 1 Abbildung im Text.)

Wenngleich die vorderen Wurzeln des Rückenmarks hinsichtlich der menschlichen Pathologie lange nicht jene Bedeutung beanspruchen können, wie die hinteren Wurzeln, deren anatomische Verhältnisse bereits vielfach eine eingehende Würdigung erfahren haben, liegt es bei dem vollkommenen Mangel ähnlicher Untersuchungen nahe, ihr Verhalten zunächst, was ihre normale Histologie anlangt, einer eingehenden Betrachtung zu unterziehen und eventuell klarzustellen, inwieweit pathologische Prozesse in den vorderen Wurzeln ihren Sitz haben könnten und wo ein solches pathologisches Verhalten seinen Ausgangspunkt hat.

Es wird sich bei diesen Untersuchungen im wesentlichen darum handeln festzustellen, in welcher Weise diejenigen Gewebe, die in einem solchen teils dem zentralen, teils dem peripheren Nervensystem angehörigen Gebiete vorkommen, darin verteilt sind und ob sie einerseits in den verschiedenen Rückenmarken, anderseits in verschiedenen Höhen ein- und desselben Marks Differenzen zeigen. Tatsächlich ist über das Vorkommen gliösen Gewebes in den vorderen Wurzeln, über dessen Ausdehnung, sowie über dessen Beziehungen zum Bindegewebe und zur nervösen Substanz fast nichts bekannt, ja sogar Weigerts klassische Studien lassen in diesem Punkte vollständig im Stiche. Auch Fromann, der sich sonst mit der

Neuroglia in der grauen Substanz, besonders des Vorderhorns eingehend beschäftigt, berührt nicht die Frage nach dem Stützgewebe der vorderen Wurzel. Ebensowenig finden sich in neurologischen Spezialhandbüchern (Edinger, Kölliker, Obersteiner, Schwalbe, Van Gehuchten) nähere Angaben darüber. Einige Daten bringen Krause und Aguerre in ihren Untersuchungen über das Rückenmark, wobei nur flüchtig die Tatsache Erwähnung findet, daß Gliamassen peripherwärts eine Strecke weit in die vorderen Wurzeln verfolgt werden können. Genauere Aufklärungen über die Histologie der vorderen Wurzeln, etwa wie sie Obersteiner, Redlich, Levi, Paladino, hinsichtlich der hinteren Wurzeln gegeben haben, fehlen in diesen kurzen Angaben für die vorderen Wurzeln vollkommen.

Ein wesentlicher Unterschied gegenüber den hinteren Wurzeln liegt darin, daß die vorderen Wurzeln in einzelnen Bündeln austreten, wobei letztere sich untereinander wohl stets analog verhalten, so daß es genügte, bei vorliegenden Studien in der Regel sich an das bestentwickelte, medialste Wurzelbündel zu halten.

Die pathologische Histologie wird im folgenden keine Berücksichtigung finden, da dieses Thema viel zu wenig aufgeklärt erscheint und die Frage nach isolierten vorderen Wurzelerkrankungen keineswegs als gelöst zu betrachten ist. In diesen Rahmen fällt ja bloß die Publikation Zapperts über das kindliche Rückenmark und ähnliche Studien (Thiemich, Kirchgässer). Die Technik bei vorliegenden Untersuchungen bestand in Anlage segmentaler Serien menschlicher und tierischer Rückenmarke, die, quer geschnitten, teils nach Pal-Weigert mit Nachfärbung durch Czokor-Karmin, teils mittels Hämalaun und Nachfärbung nach Van Gieson behandelt wurden; mitunter kam auch Hämalaun-Eosinfärbung in Anwendung.

Bei Durchsicht der einzelnen Serien ergaben sich nachfolgende Resultate.

Mensch.

Die vorderen Wurzeln zeigen im Bereich der Cervikalanschwellung bei der Behandlung mit verschiedenen Methoden verschiedenes Verhalten. Was zunächst die Verteilungsverhältnisse von Glia und Bindegewebe anlangt, über welche wir in den nach Gieson behandelten Präparaten Aufschluß erhalten, so zeigt es sich, daß im Bereich der Cervikalanschwellung die Grenze zwischen dem bindegewebigen peripheren Wurzelanteil und dem

gliösen, centralen Anteil intramedullär fällt, nur wenig centralwärts vom Rückenmarkskontur entfernt. Dabei läßt sich die gliöse Rindenschicht durch die austretende Wurzel verfolgen. Die Grenze zwischen Glia und Bindegewebe verläuft als unregelmäßige, durch stärkeres Hervorspringen einzelner Bindegewebszüge gezackte Linie schräg von medio-ventral nach dorso-lateral. Einzelne Bindegewebsbündel treten sehr weit ins Rückenmark ein, während man das entgegengesetzte Verhalten bei den Gliabündeln nicht findet. An einigen vollständig quergetroffenen vorderen Wurzeln sieht man das Bindegewebe derselben scharf enden an einer deutlichen Lamina cribrosa, die gebildet wird von einem feinen Septum und der gliösen Rindenschicht. In den Randpartien solcher Wurzeln strahlen einzelne Bindegewebsfasern in den Rückenmarksquerschnitt ein.

An Pal-Weigert-, respektive Czokor-Präparaten zeigt sich genau entsprechend der gliösen Rindenschicht eine Zone, innerhalb welcher die Markscheidenfärbung versagt und woselbst sich eine reichliche Anzahl von Gliakörnern befindet.

Die Verhältnisse des Dorsalmarks gestalten sich analog wie im Cervikalmark; an allen Höhen läßt sich das Bindegewebe der vorderen Wurzel bis in das Rückenmark verfolgen, wobei der Übergang in das Gliagewebe ein scharfer ist, so daß das Bindegewebe zapfenartig in die Austrittszone der vorderen Wurzeln eindringt. Teile der gliösen Rindenschicht begleiten diesen Zapfen eine Strecke weit centralwärts, um sich dann im Gliagerüst der Marksubstanz zu verlieren. Dort wo am Pal-Weigert-Präparat die Wurzel die Rückenmarksperipherie erreicht, zeigt auch hier die Markscheidenfärbung eine Abblassung.

Das Lumbalmark verhält sich in seinen ersten zwei bis drei Segmenten wie das Dorsalmark, während an den kaudaleren Segmenten die Glia immer weiter sich nach außen verfolgen läßt. Gleich außerhalb des Rückenmarks erleidet sie durch die Pia eine Einschnürung, entfaltet sich hierauf fächerförmig und stoßt in beträchtlicher Entfernung vom Rückenmarkskontur an das Wurzelbindegewebe in einem nach außen konvexen Bogen. An der Stelle der Piaeinschnürung ist die Markscheide normal gefärbt, dagegen scheint an der Übergangszone beider Stützgewebe eine schwächere Tingierbarkeit der Nervenfasern nach Pal-Weigert zu bestehen. Dem Rückenmarkskontur angelagert, finden sich in diesen Höhen zahlreiche Wurzelquerschnitte, die gliöses Gewebe enthalten.

Die schwachen Wurzelbündelchen des Sacralmarks zeigen das gleiche Verhalten wie die der Lendenanschwellung.

Pithecus satyrus.

Im Cervikalmark, und zwar in den mittleren Anteilen desselben, zeigt sich gliöses Gewebe nur wenig außerhalb des spinalen Anteiles mit einer kleinen, rundlichen Kuppe diesen Anteil der Wurzel gegen den bindegewebigen Teil abschließend. Auch hier ist der dieser Kuppe entsprechende Anteil der peripheren Wurzel gleich wie der intraspinale stark nach Pal-Weigert gefärbt, während der bindegewebige anders nuanciert und schwach tingiert ist, wobei aber von einer Unterbrechung der Markscheidenfärbung nichts zu sehen ist.

Nasicus.

Das Nasicus - Rückenmark verhält sich im Bereich der Halsanschwellung ähnlich wie das des Orang. Auch hier findet sich Glia extramedullär und schließt mit einem lateral-konvexen Bogen.

Cynocephalus hamadryas.

Im Cervikalmark findet sich die Glia eine geringe Strecke weit extramedullär, doch strahlen zwischen den Gliabündeln einzelne Bindegewebsfasern ins Mark ein. Im Dorsalmark liegt die Gliabindegewebsgrenze an der Peripherie des Rückenmarks. An anderen mehr in oberflächlichen Schichten getroffenen Wurzeln strahlt das Nervenbindegewebe in das Rückenmark ein. Auch am Lumbal- und Sacralmark liegt die Gliabindegewebsgrenze ein kleines Stück extramedullär. Die Pia endigt an der Durchtrittsstelle mit einem scharfen Rande. Die gliöse Rindenschicht, die sich durch das Wurzelgebiet verfolgen läßt, begleitet die Wurzel eine Strecke weit zentralwärts und löst sich dann in feine Gliasepten auf. Eine Unterbrechung der Markscheidenfärbung nach Pal-Weigert findet sich an den vorderen Wurzeln nicht vor.

Lemur macao.

Im Bereich des mittleren Dorsalmarks ist die Glia-Bindegewebsgrenze innerhalb des Rückenmarksquerschnittes.

Im Bereich der Lumbalanschwellung sieht man Gliabündel auch im peripheren Teil der Wurzel, woselbst die Glia in einem ventral-konvexen Bogen ihren Abschluß findet.

Im Sacralmark finden sich dem Rückenmarksquerschnitt angelagert quergetroffene gliahaltige Wurzelbündel.

Einschnürung, Markscheidenunterbrechung und Tinktionsunterschied konnten mit Sicherheit nirgends nachgewiesen werden.

Felis pardus.

Im Cervikalmark findet man die Gliabindegewebsgrenze entsprechend der Peripherie des Rückenmarks, doch einzelne Bindegewebszüge der peripheren Wurzel in den zentralen Teil einstrahlend, die aus den oberflächlichen Bindegewebsschichten der Nervenwurzel zu stammen scheinen. Die Pia macht an der Wurzel mit einem etwas verdickten Rande Halt, so daß durch das Wurzelgebiet hindurch Bindegewebsbündel sich nicht verfolgen lassen, wohl aber entlang der Wurzel oft eine beträchtliche Strecke markeinwärts letztere begleiten. Das gleiche Bild bietet sich am Dorsalmark. Im Lumbalmark rückt die Gliabindegewebsgrenze weiter in die Peripherie in den extramedullären Anteil der vorderen Wurzel, auch hier strahlt aber Bindegewebe, wenn auch in geringem Grade ein, so daß es zu einer Durchflechtung von Glia und Bindegewebe kommt.

Felis domestica.

In der Cervikalanschwellung strahlt Bindegewebe reichlicher als beim Panther ein. Am Sacralmark findet man quergetroffene gliahaltige vordere Wurzelbündel extramedullär.

Canis familiaris.

Im obersten Cervikalmark des Hundes strahlt das Bindegewebe der vorderen Wurzel in das Mark ein und endigt nach kurzem Verlaufe scharf und spitzig, doch begleiten einzelne feine Bindegewebsbündel die Nervenfasern auf ihrem Wege zum Vorderhorn oft ein beträchtliches Stück. An Schnitten der Cervikalanschwellung findet sich ein ähnliches Verhalten, nur ist die keilartig vorgeschobene Bindegewebsmasse weniger spitz und nicht so tief intramedullär als an den früheren Segmenten. An Markscheidenfärbungen zeigt sich der bindegewebige Anteil der Wurzel refraktär gegen die Färbung im Vergleich zum intramedullären und im Bereich des oben erwähnten Bindegewebskeiles die Färbung fast vollständig versagend, so daß die roten Bindegewebskerne zahlreich und deutlich zutage liegen. Die Markscheidenfärbung ist am gliösen Teil der Wurzel mit einem diesem einspringenden Keile entsprechenden, gegen die Rückenmarksperipherie offenen Winkel begrenzt.

Im Dorsalmark liegt die Gliabindegewebsgrenze wie im Halsmark innerhalb des Rückenmarks.

Im Lumbalmark finden wir das Verhalten, daß Glia in Form einer kleinen kugeligen Vorwölbung von einem zarten perineuralen Septum umkreist in die periphere Wurzel vorragt, daß die gliöse Rindenschicht teils entsprechend der Rückenmarksperipherie die eintretenden Wurzelfasern durchflicht, teils das eben erwähnte Septum begleitet.

Auch an Markscheidenfärbungen findet sich ein Unterschied der Färbung zwischen extra- und intramedullärer Wurzel und der dunkel tingierte letztere Anteil ragt entsprechend der Gliavorwölbung aus dem Rückenmark hervor.

Putorius ermineus.

Im Bereich der Cervikalanschwellung dringt ein mächtiger Bindegewebszapfen aus dem peripheren Teil der vorderen Wurzel in den zentralen Teil derselben ein. Die Wurzel erleidet bei ihrem Durchtritt durch die Pia eine Einschnürung.

Erinaceus europaeus.

Wenngleich in den unmittelbar vor der Halsanschwellung befindlichen Segmenten, sowie in der Halsanschwellung selbst, öfter in den längsgetroffenen vorderen Wurzeln innerhalb ihrer zentralen Partien sich ein spitzer Gliakegel nahezu bis an die Rückenmarksperipherie erstreckt, herrscht doch dasjenige Verhalten vor, was in der Mehrzahl der Fälle bei anderen Tieren bereits gefunden wurde: es strahlt ein beträchtlicher Anteil des Wurzelbindegewebes in den Rückenmarksquerschnitt ein, gegen den der eben erwähnte minimale Gliaanteil nahezu vollkommen verschwindet.

Andere Bilder gibt das Brust- sowie Lenden- und Sacralmark. Hier tritt Glia auch in dem extramedullären vorderen Wurzelgebiete auf. Die Glia schließt mit einem undeutlich ventral-konvexen Bogen ab. Besonders aber im Brustmark strahlt das Bindegewebe der oberflächlichsten Wurzelschichten in das Rückenmark ein, so daß an nicht vollständig quergetroffenen

Wurzeln der Anschein hervorgerufen wird, als ob nur Bindegewebe einstrahlen und keine Glia ausstrahlen würde.

Czokor-Präparate zeigen: 1. ein Versagen der Markscheidentinktion entsprechend der Kreuzung der Wurzel mit der Pia. 2. Anscheinend eine Einschnürung der vorderen Wurzel an dieser Stelle. 3. Läßt sich wiederum deutlich erkennen, wie der extramedulläre Wurzelanteil auf Pal-Weigert-Färbung anders reagiert als der intramedulläre.

Talpa europaea.

Am Beginn der Halsanschwellung befindet sich die Glia-Bindegewebsgrenze entsprechend der Rückenmarksperipherie; einzelne Bindegewebsfasern sind innerhalb des Marks anzutreffen. An einzelnen Pal-Weigert-Präparaten aus dem Brust- und Lendenmark sieht man eine Aufhellung der Markscheidenfärbung an der Rückenmarksperipherie, während im Halsmark eine solche etwas centralwärts von der Peripherie erscheint.

Mus rattus.

Halsanschwellung: An Stellen, wo anscheinend die austretenden vorderen Wurzeln rein horizontal getroffen sind, strahlt ein Gliabüschel fächerförmig in die vordere Wurzel aus, an mehr oberflächlich getroffenen Wurzeln strahlen einzelne Bindegewebsfasern ins Mark ein. Die Pia sendet ein feines Faserbündel bogenförmig entlang der Gliagrenze. Am Pal-Weigert-Präparate ragt ganz entsprechend dem vorgeschobenen Gliabüschel der dunkel tingierte zentrale Wurzelanteil kolbenartig in den peripheren, schwach gefärbten vor.

An den übrigen Segmenten waren nirgends vordere Wurzeln getroffen.

Cavia cobaya.

In der Cervikalanschwellung tritt das Wurzelbindegewebe in kompakter Masse ins Mark ein, desgleichen an den oberen Schnitten des Brustmarks.

Lepus cuniculus.

Im Cervikalmark liegt die Gliabindegewebsgrenze der vorderen Wurzel an der Peripherie des Rückenmarks, doch strahlt aus den oberflächlichen Schichten der peripheren Wurzel Bindegewebe reichlich ins Mark ein. Ein Piafortsatz legt sich jederseits an die Wurzel markeinwärts an. In quergetroffenen vorderen Wurzeln finden sich auch mehrfach nach Pal-Weigert ungefärbte, mit Czokorrot tingierte homogene Stellen, die ringsum von quergetroffenen markhaltigen Nervenfasern umgeben sind.

Capra hircus.

Im Bereich der Cervikalanschwellung geht die Glia eine kleine Strecke in die vordere Wurzel, während im Lumbalmark die Glia in viel beträchtlicherem Maße extramedullär zu liegen kommt. Im Dorsalmark liegt die Gliabindegewebsgrenze an der Peripherie des Rückenmarks.

Equus caballus.

Die Glia befindet sich im oberen und unteren Dorsalmark extramedullär in der vorderen Wurzel, desgleichen im Lumbalmark. Die gliöse Rindenschicht zieht verdickt durch das Wurzelgebiet, ebenso sendet die

Pia eine dünne Lamelle durch die Wurzel, dort etwa, wo der Übergang der Glia ins Bindegewebe erfolgt.

Sus scrofa domesticus.

Sowohl im Cervikal- als auch Dorsal- und Lumbalmark läßt sich die Glia ziemlich weit extramedullär verfolgen, um mitunter in einem nach außen konvexen Bogen an das Bindegewebe anzuschließen. Die Grenze dieses Bogens wird umsäumt von einer Gewebsschicht, die in Struktur und Dicke der gliösen Rindenschicht gleicht, ebenso wie diese an Hämalaunpräparaten wenig Kerne enthält und daselbst auch manchmal unmittelbar in die gliöse Rindenschicht übergeht. Dort wo die Glia an das periphere Bindegewebe stößt, beginnt auch die Markscheidenfärbung sich zu verändern, indem sie anscheinend fast ganz versagt, an anderen Schnitten aber die Farbennuance im peripheren Teil eine vom zentralen, intramedullären Anteile verschiedene ist.

Ovis aries.

Im Cervikalmark befindet sich die Gliabindegewebsgrenze etwas centralwärts von der Austrittsstelle der vorderen Wurzel, indem das Bindegewebe des peripheren Anteiles breit ins Rückenmark einstrahlt. An der Austrittsstelle hellt sich die Markscheidenfärbung deutlich auf; eine Einschnürung durch die Pia findet sich nur im Bereich der Cervikalanschwellung, wogegen im Dorsalmark, welches bezüglich der Verteilung von Glia und Bindegewebe das gleiche Verhalten zeigt, eine Einschnürung durch die Pia nicht stattfindet.

Die Pia sendet ein feines Bündel durch das Wurzelgebiet, desgleichen die gliöse Rindenschicht, deren Gewebsbestandteile sich zwischen den Nervenfasern eine Strecke weit markeinwärts verfolgen lassen.

In den Segmenten der Lumbalanschwellung hat die Glia die Tendenz sich peripherwärts in der vorderen Wurzel auszubreiten. Auch hier verläuft entsprechend der Rückenmarksperipherie eine von Bindegewebe und gliöser Rindenschicht gebildete Lamina cribrosa durch das Wurzelgebiet. Über Markscheidentinktion geben die Präparate keinerlei Aufschluß; am Sacralmark waren nirgends vordere Wurzeln getroffen.

Bos taurus juven.

In den oberen Segmenten des Cervikalmarks liegt die Gliabindegewebsgrenze an der Peripherie des Rückenmarks, doch strahlen einzelne Bindegewebsbündel ins Mark ein. Die Wurzeleintrittszone wird durchquert von einem feinen Piaseptum und von der verschmälerten gliösen Rindenschicht. Die Wurzel zeigt bei ihrem Durchtritt durch die Pia eine Einschnürung, an Markscheidenpräparaten an gleicher Stelle ein Versagen der Färbung und einen deutlichen Tinktionsunterschied zwischen zentraler und peripherer Wurzel. Das gleiche Verhalten liegt im Bereich der voll entwickelten Cervikalanschwellung vor.

Bereits im 2. Brustsegment finden wir hier die Glia eine bedeutende Strecke kuppenförmig in den peripheren Wurzelanteil einstrahlend. Die Pia schnürt mit etwas kolbig verdickten Rändern die Wurzel ein, ohne sich

durch das Wurzelgebiet weiter verfolgen zu lassen, was sich jedoch von der gliösen Rindenschicht nachweisen läßt.

Soweit die Glia vorragt, zeigt am Pal-Weigert-Schnitt die Wurzel die dunkle, intensive Färbung des intramedullären Anteiles gegenüber der hellen Nuancierung der peripheren Wurzel.

In den übrigen Schnitten des Brustmarks ist das Verhalten von Glia und Bindegewebe kein so deutliches, stets aber reicht die Glia peripherwärts in die vordere Wurzel, ohne daß gerade der kuppenförmige Abschluß ein so ausgebildeter wäre. Auch hier ist am Pal-Weigert-Präparat deutlich Einschnürung und breite Unterbrechung der Färbung wahrnehmbar, letztere mitunter sowohl an der Durchtrittsstelle durch die Pia als auch an der Gliabindegewebsgrenze. Im Lumbalmark ragt die Glia wieder breit, pilzförmig in die vordere Wurzel und erscheint auch in den dem Rückenmark angelagerten quergetroffenen Wurzelbündeln.

Die Aufhellungszone bei Markscheidenfärbung liegt konform mit der Gliabindegewebsgrenze. Im Sacralmark sieht man einzelne kleinere gliahaltige, quergetroffene Wurzelbündelchen dem Vorderseitenstrang angelagert.

Delphinus delphis.

Die Präparate, die vom Delphinrückenmark zur Durchsicht kamen, gestatteten eine Unterscheidung von Glia und Bindegewebe nicht mit vollkommener Sicherheit. Man konnte nur an Weigert- und Czokor-Präparaten allenthalben eine Unterbrechung der Markscheidenfärbung beobachten, die immer peripherwärts von der Durchtrittsstelle der vorderen Wurzel durch die Pia gelagert ist. Die vorderen Wurzeln zeigen insofern noch eine Besonderheit, als in dem peripheren Wurzelabschnitt sich in vielen Fällen eine Lichtung findet, innerhalb welcher die Längs-, respektive Querschnitte der Markfasern spärlicher erscheinen, während zwischen den letzteren eine ziemliche Anzahl mit Karmin tingierter Kerne anscheinend gliöser Natur gelagert ist. Der ganze Herd erscheint sowohl in quer- als auch in längsgetroffenen extramedullären Anteilen und schließt sich einerseits an den Rückenmarkskontur an, während er anderseits nach außen durch eine konvexe Begrenzungslinie abgeschlossen erscheint. Wie diese Substanz gedeutet werden soll, darüber sei nur so viel vorweg genommen, daß sie vielleicht ein Analogon der in den hinteren Wurzeln, besonders aber an den Wurzeln der Medulla oblongata beschriebenen ähnlichen Herde darstellt oder aber vielleicht nichts anderes als ein Kunstprodukt ist. Eine Einschnürung durch die Pia findet sich im Bereich des Dorsalmarks, während das Cervikal- und, soweit es sich beurteilen läßt, das Lumbalmark eine derartige Einschnürung vermissen läßt.

Dasypus setosus.

Im Cervikalmark von Dasypus liegt die Gliabindegewebsgrenze an der Peripherie des Rückenmarks, doch ragen besonders in der Cervikalanschwellung an vielen Wurzeln die Bindegewebsbündel eine geringe Strecke markeinwärts, während anderseits an manchen Wurzeln in ihren mittleren Anteilen feine extramedulläre Gliabündel zu bemerken sind.

Pia, Perineurium und gliöse Rindenschicht bilden auch hier eine Art feiner Lamina cribrosa an der Austrittsstelle der Wurzel. Auffallend sind an vielen vorderen Wurzeln, teils dicht an ihnen, teils zwischen den Nervenbündeln verlaufende, breite Piasepten, die sich manchmal bis in die Vorderhörner hinein verfolgen lassen, woselbst sie sich dendritisch verzweigen. Die stellenweise bereits im Cervikalmark vorgefundenen Gliabündel im peripheren Teil der Wurzeln werden caudalwärts stärker und im Dorsalmark findet man die Glia kompakt in die periphere Wurzel hineinragend und an den starken Wurzeln des Lumbalmarks die Glia fächerförmig aus dem Sulcus der vorderen Wurzel vorgefallen und von einem Piabündel umgeben.

Das gleiche Verhalten findet sich im Sacralmark.

Die Wurzeln sind besonders im Lumbalmark beim Eintritt in die Medulla spinalis abgeschnürt.

Vorliegende Untersuchungen haben also gezeigt, daß an den vorderen Wurzeln Verhältnisse bestehen, wie sie ähnlich die hinteren Wurzeln des Rückenmarks und der Medulla oblongata aufweisen, allerdings weitaus in weniger deutlichem Maße und weit geringerer Regelmäßigkeit und Konstanz auftretend. Es müssen diese Verschiebungen und dieser Wechsel des histologischen Bildes der vorderen Wurzeln, sowohl bei verschiedenen Arten als in verschiedenen Rückenmarkshöhen um so mehr einiges Erstaunen erwecken, als bei einem Vergleiche mit den ähnlichen Verhältnissen der hinteren Wurzeln die embryologisch verschiedenartige Anlage ins Auge fällt.

Nichtsdestoweniger findet sich, wie diese Untersuchungen zeigen, noch in einem beträchtlichen Teile des peripheren Wurzelanteiles Stützsubstanz des Zentralnervensystems, und zwar mit einer gewissen Regelmäßigkeit in den lumbo-sacralen Segmenten. Mensch und Tier zeigen in dieser Hinsicht gar kein differentes Verhalten. Anders stellt sich dieses im Dorsalmark dar, wo beim Menschen das Bindegewebe der Wurzeln ins Rückenmark eindringt und dergestalt keine Glia im extramedullären Anteil der Wurzel zu finden ist. Auch die meisten Tiere zeigen das gleiche Verhalten, wobei es meiner Ansicht nach wenig Unterschied macht, ob nun die Gliabindegewebsgrenze mit der Peripherie des Rückenmarks zusammenfällt oder ob sie am Querschnitt etwas zentralwärts von dieser fällt. Ich glaube, teilweise kann die Schnittrichtung solche Bilder vortäuschen. Erinaceus scheint von dieser Regel eine Ausnahme zu bilden, indem sich hier auch im Brustmark extramedullär Glia findet.

Wenn ich an dieser Stelle vorweg nehme, daß dieses Tier auch bezüglich seiner Cervikalwurzeln Besonderheiten zeigt, so fügt sich dieser Befund ganz auffallend einem ähnlichen an, den Bauer beim gleichen Tier in den Hinterwurzeln erheben konnte. Dasypus verhält sich bezüglich seiner vorderen Dorsalwurzeln analog wie der Igel.

Das Halsmark zeigt wohl die größte Inkonstanz im histologischen Bild seiner Wurzeln, indem beim Menschen, nach einer großen Reihe zur Durchsicht gelangter Präparate zu schließen, wohl immer Bindegewebe bis in den intramedullären Wurzelanteil vordringt. Ich betone gleich an dieser Stelle, daß, obwohl auch ein bedeutendes pathologisches Material verschiedenster Art untersucht wurde, nirgends ein abweichendes Verhalten konstatiert wurde: Es findet sich immer eine Strecke weit nach einwärts von der Rückenmarksperipherie ein deutliches Bindegewebsband. Anders die Tiere: Die Affen besitzen in den Wurzeln der Cervikalanschwellung extramedulläre Gliaanteile, die ein beträchtliches Stück peripherwärte verfolgt werden können. Carnivoren (Felis pardus, Felis domestica, Canis familiaris, Putorius) verhalten sich wie das menschliche Rückenmark. Wechselnd ist das histologische Bild bei den Nagern und Ungulaten. Wenn man versucht, in diese Regellosigkeit, die im Halsmark vorzuherrschen scheint, eine Klärung zu bringen, so bieten hierfür die untersuchten Rückenmarke der Insectivoren (Talpa, Erinaceus), sowie des Dasypus, in mancher Beziehung auch der bereits erwähnte Felis pardus einen geeigneten Anhaltspunkt; bei diesen Tieren zeigt es sich, daß sich die Glia zum eindringenden Bindegewebe der vorderen Wurzel wahrscheinlich so verhält, wie ein Kegel, der in einer seiner Form angepaßten Höhlung steckt. Peripher wird dieser Mantel vom Bindegewebe gebildet, während den Kegel die Glia beistellt. Wahrscheinlich ist bei allen Tieren ein solches Verhalten anzunehmen, ein Verhalten freilich, das man nur bei entsprechend gewählter Schnittrichtung und Herstellung vollständiger Wurzelserien erweisen kann, Dinge, auf die natürlich bei den zur Verfügung stehenden Rückenmarken keine Rücksicht genommen war. Möglicherweise hat dieses Verhalten der Tiere auch für den Menschen unter Umständen Geltung, obwohl sicher hierfür sprechende Befunde nicht erhoben werden konnten.

Inwieweit das bisher geschilderte Verhalten mit pathologischen Prozessen in Verbindung gebracht werden könnte, läßt sich vorderhand nicht entscheiden. Mit Ausnahme der Untersuchungen Zapperts u. a. an neugeborenen und älteren Kindern findet sich in der Literatur keine Angabe, die auf das Vorkommen isolierter vorderer Wurzelerkrankungen schließen ließe, und es ist auch kaum anzunehmen, daß Erkrankungen dieser Wurzeln gerade an ihnen selbst ihren Ausgangspunkt haben. Beim Kinde freilich liegen nach Zapperts Ansicht die Verhältnisse anders, indem in ihrem Rückenmark gleich den hinteren Wurzeln des Erwachsenen, die vorderen Wurzeln einen Locus minoris resistentiae darstellen sollen. Es wäre interessant nachzuforschen, an welcher Stelle der Wurzel eine solche verminderte Resistenzfähigkeit Platz findet, da ja die feine Körnchendegeneration Zapperts, wie er selbst annimmt, von den Ganglienzellen des Vorderhorns als Wallersche Degeneration ihren Ausgangspunkt nimmt, aber auch als retrograd im Sinne neuritischer Degeneration gedeutet werden könnte.

Noch ein Wort über das Delphinrückenmark. Hier fanden sich in den vorderen Wurzeln herdartig, schwach tingierte, kernreiche Stellen, innerhalb welcher nur wenig Markfasern enthalten waren. Es zeigten diese Herde bei Van Gieson-Färbung stärkere Tinktion und ebenso wie bei Nachfärbung mit Czokor-Karmin etwas reicheren Kerngehalt. Hauptsächlich sah man sie im Lumbalmark, vereinzelt auch in den Halshöhen. Auch das Kaninchenrückenmark läßt in verschiedenen Höhen solche Gebilde erkennen. Diese Befunde sind bemerkenswert mit Rücksicht auf die Darlegungen Hoches, der solche Plaques als konstantes Element in den vorderen Wurzeln des menschlichen Rückenmarks beschreibt. Ich konnte gerade beim Menschen solche Plaques, wie sie Hoche beschreibt, nicht finden, glaube aber, daß seine Anschauung vollkommen zu Recht besteht, mit der Einschränkung, daß es sich bei den Hocheschen Plaques wohl lediglich um nichts anderes als den extramedullären Gliaanteil handelt, der aber nichts mit der gliösen Rindenschicht zu tun hat, sondern ganz den Charakter der Glia des Centralnervensystems zeigt, während Hoche und Ziehen ihn von der gliösen Rindenschicht ableiten. Auf keinen Fall, und hier stimme ich mit Hoche überein, ist man berechtigt, hierin

ein pathologisches Zeichen zu erblicken, soweit es sich um das menschliche Lumbosacralmark handelt. Anschließend möchte ich die Befunde, die bei den Tieren erhoben wurden, besprechen, wo sich die Herde nicht nur in den kaudalen Höhen, sondern auch im Cervikalmark fanden, ein Verhalten, das nach Hoche seltenerweise auch beim Menschen vorkommt. Obwohl das Aussehen dieser Herde mit der Hocheschen Beschreibung übereinzustimmen scheint, muß ich sie dennoch von den beim Menschen bestehenden Verhältnissen des Lumbosacralmarks trennen und am ehesten annehmen, daß es sich, wie gesagt, bei letzterem

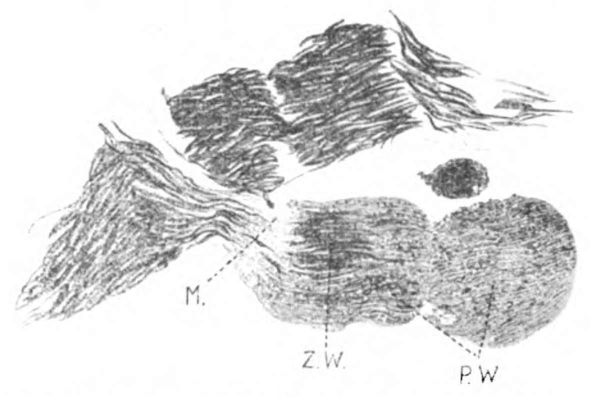


Fig. 1. Partie aus einem Schiefschnitt des menschl. Halsmarks. *M.* Markscheidenaufhellung; *Z. W.* Zentraler Wurzelanteil. *P. W.* Peripherer Wurzelanteil.

um die konstante Gliaverteilung handelt, während erstere Härtungs-, eventuell Färbungsartefakte zu sein scheinen, vielleicht auch in einem nicht ganz einwandsfreien Material ihre Erklärung finden.

Zur Frage der Markscheidenaufhellung, die bisher in der Literatur, so viel mir bekannt ist, in den vorderen Wurzeln keine Beachtung gefunden hat, wäre zu bemerken, daß sie bei Mensch und Tier hier kaum so charakteristisch auftritt wie an den hinteren Wurzeln, aber in weitaus der Mehrzahl der untersuchten Rückenmarke angetroffen wurde. Sie liegt in den Lumbalanteilen peripher von der Rückenmarksperipherie im Verlauf der vorderen Wurzel, im Cervikal- und Dorsalmark stimmt sie mit der Rückenmarksperipherie überein, respektive sie befindet

sich einwärts von derselben. Vergleicht man ihre Lage mit derjenigen der Gliabindegewebsgrenze, so findet man in einer Reihe von Fällen (Lumbalmark des Menschen, Schwein, Hund etc.) eine Koinzidenz beider, während in einer Anzahl anderer Fälle wiederum der Ausfall der Markscheidentinktion dort stattfindet, wo die vordere Wurzel durch die Pia hindurchtritt, also an der Rückenmarksperipherie (Seehund, Ovis aries, Erinaceus, Talpa, Bos taurus juvenilis).

Es bestehen also, wenn man aus diesem Verhalten Schlüsse ziehen darf, für die vorderen Wurzeln zwei Möglichkeiten der Entstehung solcher Aufhellungen. Die eine deckt sich mit der Erklärung, die Levi für die Aufhellung an den hinteren Wurzeln gibt, wo dieselbe, wie erst jüngst Bauer für das Tier bestätigen konnte, mit der Gliabindegewebsgrenze zusammenfällt, die andere liegt vielleicht in einem mechanischen Moment beim Durchtritt durch die Pia und läßt sich mit der Obersteiner-Redlichschen Auffassung wohl vergleichen. Sie findet vielleicht eine Bestätigung darin, daß es mir gelang bei einer Reihe von Tieren (Menschliches Lumbalmark, Putorius, Erinaceus, Ovis aries, Bos taurus juvenilis, Dasypus) tatsächlich Einschnürungen durch die Pia auch an den vorderen Wurzeln nachzuweisen.

In diesen Befunden scheint eben für die Entstehung der Markaufhellung einmal die piale Einschnürung, ein andermal die Gliabindegewebsgrenze mit ihren zwei verschiedenartigen, aneinanderstoßenden Gewebsarten maßgebend zu sein. Die Verhältnisse liegen hier, wie schon aus den Ausführungen v. Orzechowskis hervorgeht, der die Aufhellung stets an die Durchtrittsstelle durch die Pia verlegt, um so komplizierter, als der Raum, in welchem sich diese Vorgänge abspielen, viel beengter ist, als in den Hinterwurzeln.

Es fällt weiters auf, daß die Wurzelfasern diesseits und jenseits der Markscheidenaufhellung ein differentes färberisches Verhalten zeigen, ein Verhalten, das bei den hinteren Wurzeln bereits nachgewiesen wurde. Es genügt für die Erklärung des Tinktionsunterschiedes auf die Untersuchungen Stranskys hinzuweisen, der eine verschiedene chemische Beschaffenheit beider Wurzelteile annimmt, während Bauer im Auftreten der Schwannschen Scheide die Erklärung dieser Erscheinung findet.

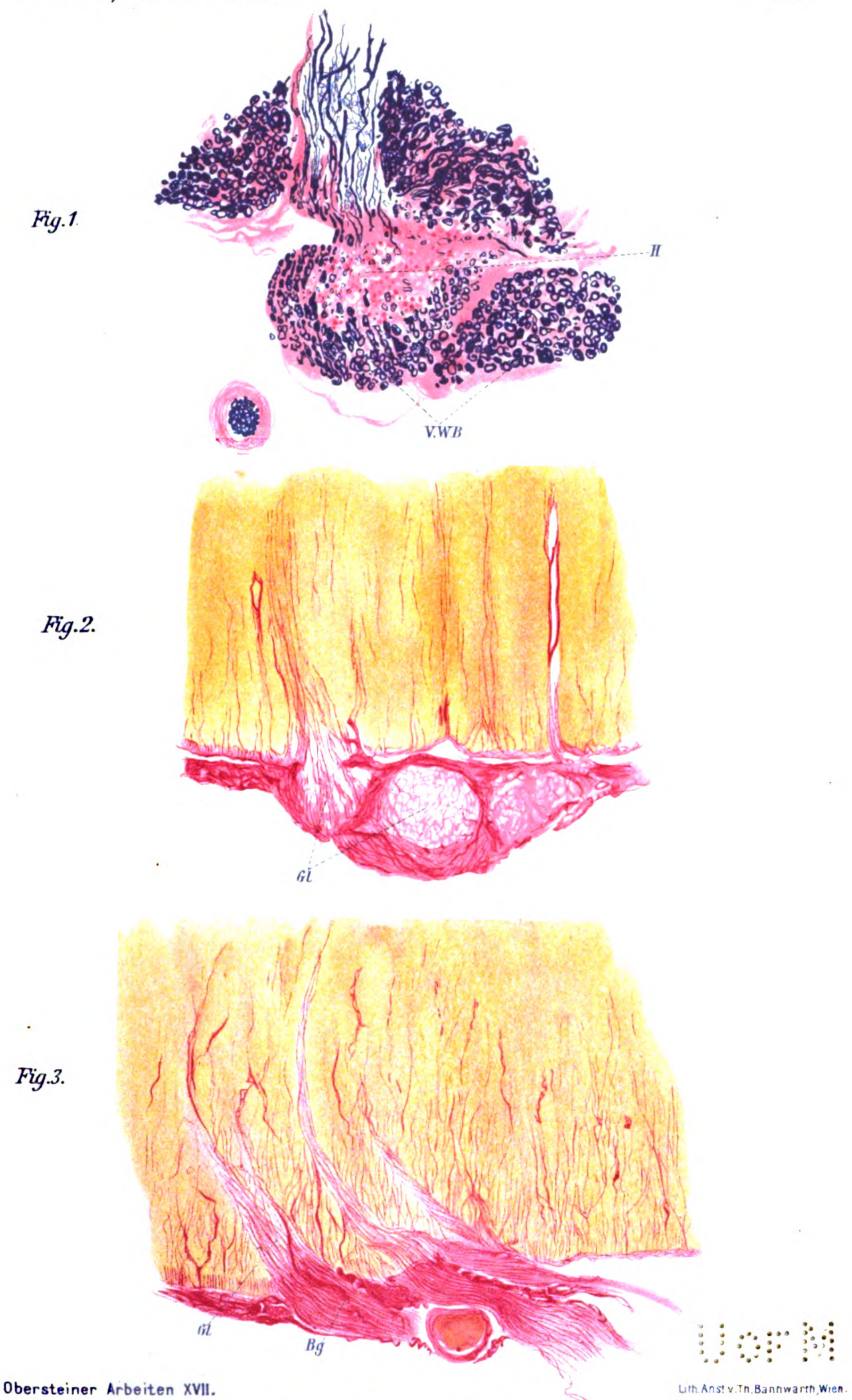
Die Untersuchungen über das Verhalten der das Rückenmark begrenzenden Gewebe, die Pia mit ihren perineuralen Gewebszügen und der gliösen Rindenschicht, zur austretenden vorderen Wurzel waren dadurch erschwert, daß die dünnen häufig noch in ungünstigen Schnittrichtungen getroffenen vorderen Wurzelbündelchen einen klaren Einblick in die bestehenden Verhältnisse oft nur undeutlich gestatteten. Insbesondere ist dies deshalb der Fall, weil die Pia mitunter derart getroffen erscheint, daß sie als dünner Überzug die Wurzel quert.

Auch die radiären Bindegewebssepten, von denen das die Wurzeln einscheidende Perineurium stammt, treten zur vorderen Wurzel in Beziehung, indem häufig eines derselben dicht an die Wurzel angelagert erscheint.

Auch die gliöse Rindenschicht läßt sich durch das Wurzelgebiet hindurch verfolgen, hält sich aber vorwiegend an die Gliabindegewebsgrenze; es spalten sich von ihrer kompakten Masse, sowie dieselbe an die vordere Wurzel herantritt, zahlreiche Fäserchen ab, oft ein feines Netzwerk im Wurzelgebiet bildend, wobei nur manchmal ein kompakter Rest etwas dichterer Glia sich durch die Wurzel verfolgen läßt. Weit öfter aber löst sich die gliöse Rindenschicht überhaupt in dem zarten Netzwerk der Wurzelglia an der Bindegewebsgrenze auf und verschwindet vollkommen.

Man kann hinsichtlich der vorderen Wurzel von einer Lamina cribrosa im Sinne jener der Hinterwurzeln nicht sprechen; in den letzteren kommt dieselbe ja durch das Zusammentreten des bindegewebigen und gliösen radikulären Stützgewebes zustande. Ein solches Zusammenstoßen findet in den vorderen Wurzeln nicht statt; vielmehr besteht nur ein gliöses Netzwerk im Wurzelgebiet, das sich von der Rindenschicht des Rückenmarks ableitet.

Weitere Folgerungen ließen sich im rein histologischen Rahmen dieser Arbeit wohl nicht ziehen. Was in vorliegenden Untersuchungen vielleicht nebst feineren Details histologischer Natur gezeigt wurde, ist hauptsächlich die Tatsache, daß auch die Vorderwurzeln hinsichtlich ihres Aufbaues eine gewisse Konstanz in der Verteilung der Gewebselemente zeigen, die weit weniger ausgesprochen ist als an dem vielleicht phylogenetisch jüngeren Hinterwurzelsystem, aber dennoch geeignet



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.
Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.

erscheint, unter Umständen, welche noch nicht genau aufgeklärt sind, einen Locus minoris resistentia und einen Angriffspunkt für Krankheitskeime toxischer (?) Natur zu bilden.

Herrn Hofrat Obersteiner, meinem verehrten Lehrer, schulde ich für die stets hilfsbereite Unterstützung meiner Arbeit vielen Dank.

Literatur.

Bauer, Vergleichend anatomische Untersuchungen über den Bau der hinteren Wurzeln der Säugetiere. (Arbeiten aus dem Neurologischen Institut an der Wiener Universität. Bd. XVII, Heft 1.)

Hoche, Beitrag zur Kenntnis des anatomischen Verhaltens der menschlichen Rückenmarkswurzeln. Heidelberg 1891.

Krause und Aguerre, Untersuchungen über den Bau des menschlichen Rückenmarks mit besonderer Berücksichtigung der Neuroglia (Anatom. Anzeiger, Bd. XVIII, 1900.)

Levi, Studien zur normalen und pathologischen Anatomie der hinteren Rückenmarkswurzeln. (Arbeiten aus dem Neurol. Inst. an der Wiener Universität. Bd. XIII.)

Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. Wien 1902.

Obersteiner H. und Redlich E. Über Wesen und Pathogenese der tabischen Hinterstrangsdegeneration. (Arbeiten aus dem Neurol. Institut an der Wiener Universität. Bd. II.)

v. Orzechowski, Ein Fall von Mißbildung des Lateralrecessus etc (Arb. aus dem Wiener Neurol. Inst. Bd. XIV.

Weigert, Beiträge zur Kenntnis der normalen menschlichen Neuroglia. (Abh. der Senckenberg'schen Ges. Bd. XIX.)

Erklärung der Tafel V.

Fig. 1. Vordere Wurzel aus dem Cervikalmark von Delphinus delphis. *H* = Herd in der vorderen Wurzel; *VWB* = vordere Wurzelbündel.

Fig. 2. Menschliches Lumbalmark. *Gl* = Glia extramedullär in der vorderen Wurzel.

Fig. 3. Menschliches Halsmark. *Gl* = Glia; *Bg* = Bindegewebe, in das Rückenmark einstrahlend.

Zur vergleichenden Anatomie des dorsalen Vaguskerns.

Von

Dr. R. Shima

(Tokio).

(Mit 6 Abbildungen im Text.)

Trotz der vielen anatomisch-physiologischen Untersuchungen über den dorsalen Vaguskern wurde bisher nirgends eine zusammenfassende vergleichend anatomische Darstellung dieses Kerngebietes versucht. Und gerade diese Untersuchungen scheinen die Gewähr zu bieten, die physiologische Bedeutung des Vaguskerns erschließen zu können, da die Uniformität der Entwicklung dieses Kerns, die Differenzen in seinen Bestandteilen Hinweise für dessen funktionelle Bedeutung enthalten dürften.

Als dorsaler Vaguskern ist etwa alles das zu bezeichnen, was gleich unter der Ala cinerea liegt; es gehören ferner dazu einzelne Zellgruppen, die sich an das genannte Gebiet spinalwärts anschließen und hier dorsal und lateral an den Zentralkanal grenzen. Man kann beim Menschen im dorsalen Vaguskern drei Teile unterscheiden:

1. Der Nucleus dorsalis medius (Nucleus dorsalis der Autoren sensu strictiori). Dieser Kern, der stets aus gut differenzierten Ganglienzellen besteht, läßt eine Einteilung in mehrere Gruppen erkennen, meist sind es zwei: eine dorsolaterale und eine ventro-mediale. Doch kommt es gelegentlich vor, daß die Gruppen einfach übereinander gelegen, also dorsal und ventral sich finden.

2. Lateral von dem eben genannten Kern findet sich ein mehr diffuses Grau mit eingesprengten kleinen Ganglienzellen

und einem mehr oder minder deutlichen feinfaserigen Netzwerk, der Nucleus dorsalis lateralis (die im folgenden als Grundsubstanz des dorsalen Vaguskerns bezeichnet werden möge). Dieser Kern ist bisher von den Autoren nicht wesentlich berücksichtigt worden, nur bei den älteren derselben findet sich eine Erwähnung, so bei Schwalbe, Henle, Wernicke u. a., ohne daß dessen Selbständigkeit hervorgehoben wird. Man findet in diesem lateralen Kern gelegentlich etwas gelatinöse Substanz eingesprengt und es ist mitunter nicht leicht, ihn von dem spinalwärts reichenden Vestibularkerne abzuscheiden, obwohl dieser ein viel dichteres Fasernetz und viel gleichmäßiger angeordnete Zellen enthält. Cerebralwärts wird dieser Kern von dem Rollerschen Glossopharyngeusherd allmählich ersetzt.

3. Der dritte Kern des Vagus, der zur dorsalen Gruppe gerechnet werden kann, ist die Substantia gelatinosa, welche die spinale Vagoglossopharyngeuswurzel begleitet.

Da eine Abgrenzung zwischen Vagus und Glossopharyngeus bezüglich der Kerne nicht möglich ist, so kann man den dorsalen Vaguskern als Vagoglossopharyngeuskern bezeichnen. Der Kürze halber soll aber im folgenden nur vom dorsalen Vaguskern gesprochen werden, dessen medialer Teil eigentlicher dorsaler Vaguskern (NX) genannt wird, dessen lateraler Teil als Grundsubstanz bezeichnet werden soll. Die Substantia gelatinosa einschließlich der Fasern der Radix IX spinalis führt die Bezeichnung IX sp.

Homo.

Noch beim geschlossenen Zentralkanale zeigt sich der erste Beginn der IX sp. und des NX, und zwar dort wo der Hypoglossuskern eben auftritt. Zunächst ist die Substantia gelatinosa sehr spärlich, die Zellen des NX gleichfalls spärlich und eingelagert in einer kernreichen Substanz mit auffallend geringer Faserentwicklung. Cerebralwärts vergrößern sich die drei genannten Teile: IX sp., NX und die Grundsubstanz des dorsalen Vaguskerns mehr und mehr, so daß schließlich bei Eröffnung der Rautengrube diese drei Teile distinkt und ziemlich gut entwickelt hervortreten; es zeigt sich, daß die helle Grundsubstanz des dorsalen Vaguskerns eine Reihe von kleinen Ganglienzellen enthält. Der NX selbst kann eventuell in zwei rundliche Gebiete geschieden werden, eines vorwiegend dorsal, das andere

ventral. In beiden finden sich rundliche, polygonale oder birnförmige Zellen mit oder ohne dunkles Pigment, ohne daß eine der Zellen durch ihre Größe besonders hervortritt. Die Grundsubstanz des dorsalen Vaguskerns, welche, wie erwähnt, kleine Ganglienzellen enthält, ist sehr mächtig angewachsen und differenziert sich von dem hier gleichfalls schon vorhandenen Vestibularkern durch Mangel an Nervenfasern. Dorsal von IX sp. tritt nun auch eine kleine Masse von Substantia gelatinosa auf, die sich auf Kosten der genannten Grundsubstanz allmählich vergrößert. Gegen das vordere Ende der Kerne wird diese Grundsubstanz zu einer kleinen intercalierten Masse, die zwischen der angewachsenen Substantia gelatinosa und dem NX liegt. Die dorsale Substantia gelatinosa vereinigt sich mit der ventral von IX sp. befindlichen zum Glossopharyngeusherd von Roller. Gegen das Ende der Kerne verschwindet zuerst die Grundsubstanz, dann die Zellen des NX, schließlich die Substantia gelatinosa, von der sich jedoch ein kleiner Teil mit IX sp. cerebralwärts fortsetzt (Nucleus ovalis Grossmann).

Diese Darstellung deckt sich im wesentlichen mit jener Hudovernigs, der gleichfalls den dorsalen Vaguskern in zwei Gruppen einteilt, eine dorsale und ventrale; letztere zerfällt auf der Höhe der Entwicklung in zwei Untergruppen. Seine Angaben, daß die dorsalen Zellen klein und rundlich, die ventralen spindelförmig sind, haben nicht allgemeine Geltung, da oft beide Zellformen promiscue vorkommen. Das was im vorigen die Grundsubstanz genannt wird, findet bei Hudovernig keine Erwähnung. Die kleinen Zellen, die er ventral vom dorsalen NX zeichnet, rechnet er dem Fasciculus solitarius zu und nennt sie Nucleus fasciculi solitarii. Sie sind jenen zwischen den Faserbündeln des Tractus solitarius befindlichen Zellen analog. In der Darstellung Hudovernigs ist die Grundsubstanz und die Substantia gelatinosa als eines beschrieben, während doch die letztere durch die eigentümliche Homogenität der Substanz als etwas Besonderes sofort erkennbar ist, wohingegen bei der sogenannten Grundsubstanz die Homogenität fehlt, dafür ein kernreiches, zellarmes Gewebe, das die feineren Nervenfäserchen enthält, auftritt. Es erhebt sich nun die Frage, ob man in diesem Gebilde einen eigenen Kern zu erblicken hat oder nicht. Da hierüber nur der Vergleich mit anderen Tieren Aufschluß geben

kann, soll die Entscheidung späterhin getroffen werden. Eines ist jedenfalls hier schon hervorzuheben, daß diese Grundsubstanz gelegentlich Substantia gelatinosa enthält und schließlich von dem Rollerschen Glossopharyngeusherde substituiert wird.

Primates.

Simia satyrus (Fig. 1).

Die Verhältnisse analog wie beim Menschen, soweit das spinale Drittel in Frage kommt, cerebral tritt eine Distinktion des NX in zwei Gruppen hervor, eine dorso-laterale großzellige und eine ventro-mediale kleinzellige. Bevor die Gruppierung auftritt, sind die Zellen gleich groß. Die Zellformen sind polygonal, spindelförmig und birnförmig. Neben dem Kern treten die kleinen Ganglienzellen mit Grundsubstanz hervor. Cerebraler finden sich drei Zellgruppen im NX: eine dorsale großzellige, eine ventrale überaus kleinzellige und eine intermediäre, welche Zellen mittleren Kalibers enthält. Die ventralste Gruppe liegt spinal-lateral inmitten der Grundsubstanz. Noch cerebraler verschwindet die Gruppierung und die Grundsubstanz wird durch den hervortretenden Glossopharyngeusherd verdrängt.

Hylobates.

Nach dem ersten Auftreten der IX sp. finden sich zunächst ziemlich weit von dem Ventrikelependym einzelne kleine rundliche Zellen des NX. Cerebralwärts nehmen sie unter gleichzeitiger Annäherung an das Ventrikelependym zu, wobei sie zwei Gruppen bilden. Die dorsale großzellige besitzt polygonale Zellen, die zerstreut liegen, die ventrale, dicht gefügte, hat rundliche Zellen. Auffällig ist die relativ frühe Entwicklung zweier Substantiae gelatinosae, deren ventrale gröbere, deren dorsale feinere Fasern eingelagert hat. Beide Fasergruppen sind deutlich voneinander getrennt und distinkt. Die dorsale liegt anfangs in einer mächtigen Substantia gelatinosa, die cerebralwärts kleiner wird, um schließlich in den Glossopharyngeusherd überzugehen. Die zwischen NX und Substantia gelatinosa gelegene Grundsubstanz verhält sich analog wie bei Simia.

Pithecus nasicus.

Pithecus nasicus verhält sich im ganzen ähnlich wie Hylobates, nur liegen hier die Fasern der IX sp. inmitten der Sub-



Fig. 1. Simia. *Ndm* Nucleus dorsalis medialis; *a* dorsale, *b* mittlere, *c* ventrale Abteilung; *Ndl* Nucl. dorsalis lateralis: *NXII* Nucleus hypogloss.; *IXsp* Radix IX spinalis.

stantia gelatinosa, so daß der größere Teil dorsal zu liegen kommt. Die Zellsäule des NX ist vertikal gelagert.

Cynocephalus.

Beim Cynocephalus verhält sich die Substantia galatinosa ähnlich wie beim Menschen, der NX jedoch bildet eine konvexe im Bogen zwischen IX sp. und Hypoglossuskern gelegene Zellgruppe. Die Zellen sind fast gleich groß, nur nahe der Mitte des Kerns (dorso-ventral) finden sich lateral einige größere.

Ateles niger.

Es ist auffallend, daß die Substantia gelatinosa anfänglich dorsal liegt, während sie in höheren Ebenen auch ventral zu finden ist und schließlich hauptsächlich ventral von den Fasern zu liegen kommt. Der NX zeigt differente Zellen, dorso-medial größere, ventrolateral kleinere. Auch sind die kleineren in zwei Gruppen zu scheiden. Im ganzen nähert sich dieses Tier auffallend den höheren Affen.

Prosimiae.

Lemur (Fig. 2).

Lemur zeigt die Substantia gelatinosa ventral, später aber zirkulär um die Fasern der IX sp. Der NX besteht aus ziemlich großen Zellen, ohne daß eine Differenzierung möglich wäre. Die Zellen sind nahezu gleich groß und gleichmäßig angeordnet.

Zusammenfassung der Affen.

Im großen und ganzen lassen sich bei den Affen dieselben Zellengruppen wie beim Menschen finden. Was zunächst den NX anbelangt, so zeigt er meist eine Teilung in zwei Gruppen, mitunter bei Simia drei Gruppen. Diese charakterisieren sich besonders durch die Zellgrößendifferenz. Man kann so eine Einteilung nach der Entwicklung des NX treffen, die von Simia, Hylobates, Pithecus, Ateles zu Cynocephalus, Lemur führt. Bei letzteren zwei sind die Zellen nahezu gleich groß, nur bei einzelnen finden sich größere Zellen am lateralen Rande des Kerns. Die Substantia gelatinosa ist bei allen Gruppen gut entwickelt. Die Lage der Fasern zur Substantia gelatinosa ist nicht ganz gleichmäßig, doch zeigt sie keine Gesetzmäßigkeit. Nicht selten sind zwei Substantiae gelatinosae vorhanden, beson-

ders bei Hylobates. Es findet sich in der zweiten, in der Grundsubstanz gelegenen Substantia gelatinosa ein isoliertes feines

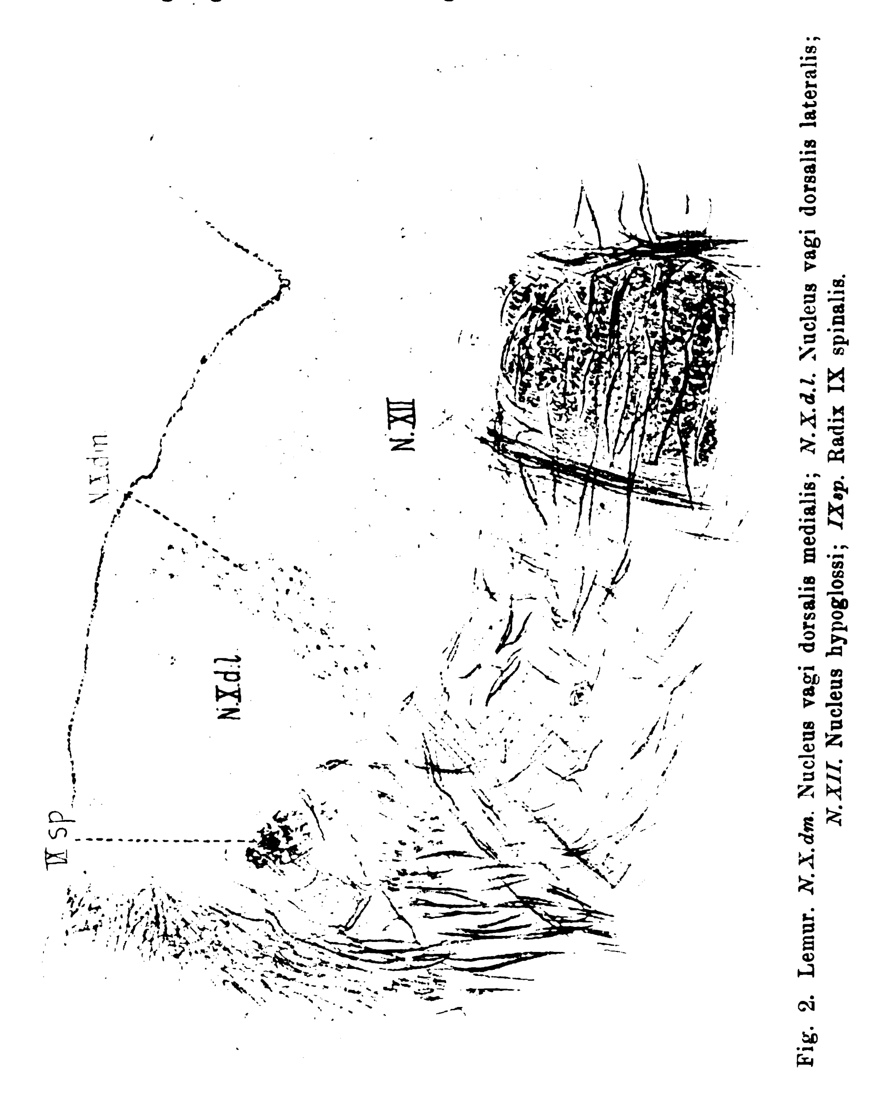


Fig. 2. Lemur. *N.X.dm.* Nucleus vagi dorsalis medialis; *N.X.d.l.* Nucleus vagi dorsalis lateralis; *N.XII.* Nucleus hypoglossi; *IXsp.* Radix IX spinalis.

Fasersystem. Die Grundsubstanz, die zwischen beiden Kernen sich ausbreitet, enthält kleine Zellen, die keine wesentliche Differenzierung zeigen.

Chiroptera.

Pteropus edulis.

Die Ausdehnung des dorsalen Vaguskerns ist ähnlich wie bei den Affen, zunächst beginnt die IX sp. in einem Areal von Substantia gelatinosa gelegen, jedoch lateral nicht so scharf abgegrenzt als bei den Affen; insbesondere tritt dies in cerebralen Ebenen hervor. Statt dessen zeigt sich die sogenannte Grundsubstanz des dorsalen Vaguskerns deutlicher; sie ist von zahlreichen kleinen Zellen durchsetzt. Der eigentliche NX besteht zunächst aus gleichmäßigen rundlichen und polygonalen, pigmenthaltigen Zellen; in den höheren Ebenen fanden sich zwei Zellgruppen, ohne daß diese eine wesentliche Differenz der Zellgröße zeigen. Cerebral tritt der Glossopharyngeusherd hervor und engt allmählich das Gebiet der Grundsubstanz ein.

Vesperugo serotinus.

Vesperugo serotinus ist im wesentlichen gleich dem Pteropus; lediglich die veränderte Gestalt der Medulla oblongata bringt es mit sich, daß die Zellen des NX sich in der Mittellinie berühren. Zelldifferenzen treten wohl andeutungsweise hervor, aber nicht so deutlich, daß man eine Gruppierung der Zellen nach der Form vornehmen könnte.

Zusammenfassung der Chiropteren.

Das Verhalten des dorsalen Vaguskerns ist analog dem bei höheren Affen, indem eine Gruppierung deutlich hervortritt ohne Formdifferenzen, während die Substantia gelatinosa keine so beträchtliche Entwicklung aufweist. Die Grundsubstanz enthält zahlreiche kleine Ganglienzellen und ist gut entwickelt.

Insectivora.

Erinaceus europaeus.

Die IX sp. hat zunächst ihre Substantia gelatinosa ventral, später dorsal. Der NX zeigt zwei Gruppen: dorsale größere polygonale und ventrale kleinere rundliche Zellen. Die Grundsubstanz ist ziemlich reich an kleinen Zellen.

Talpa europaea.

Im wesentlichen gleich dem Erinaceus; die lateral vom NX befindliche Grundsubstanz tritt schon bei geschlossenem

Zentralkanale auf, ist sehr reichlich und deutlich vom Vestibularkern zu unterscheiden. Sie ist ziemlich stark von feineren Fäserchen durchsetzt. Vom NX ist die dorsale Gruppe größer. Sie ist auch dichter gefügt, als die ventrale.

Zusammenfassung der Insectivora.

Bei den Insectivoren besteht NX aus zwei Gruppen, die durch die Zellgröße voneinander geschieden sind. Lateral davon findet sich die noch von Zellen reichlich durchsetzte Grundsubstanz. Die Substantia gelatinosa zeigt keine Besonderheit.

Die alten Beschreibungen Stiedas über die diesbezüglichen Verhältnisse bei Talpa sind der vorliegenden Darstellung nicht widersprechend.

Carnivora.

Felis domestica.

Die einzelnen Abteilungen des dorsalen Vaguskerns sind auch bei Felis vorhanden. Die Substantia gelatinosa ist nicht wesentlich ausgeprägt. Grundsubstanz zellarm. Der NX zeigt fast alle Zellen gleich groß, pigmenthaltig, nur dorsal einzelne größere Elemente. Eine Gruppierung tritt nicht deutlich hervor.

Canis familiaris (Fig. 3).

Zunächst tritt bei noch geschlossenem Ventrikel nur der dorsale Vaguskern auf in gleichmäßigen mittelgroßen Zellen. Später lassen sich drei Teile unterscheiden: 1. IX sp. mit einer lateral gelegenen geringen Substantia gelatinosa, 2. der NX aus gleichmäßigen mittelgroßen Zellen und 3. zwischen diesem und dem Hinterstrangkern eine eigentümliche Substanz, welche kernarm am ehesten der Substantia gelatinosa vergleichbar ist, die aber nur stellenweise deren Charakter besitzt. Je cerebraler desto mehr tritt diese Dreiteilung hervor, desto besser ist der Charakter dieser eigenartigen Masse erkennbar. Auf seiner höchsten Entwicklung läßt der NX drei Teile erkennen: 1. einen dorsalen großzelligen, 2. einen ventralen kleinzelligen rundlichen Kern und 3. medial von beiden einzelne spindelige mittelgroße Zellen. Diese drei Teile sind stellenweise verwischt, weil der Größenunterschied der Zellen nicht deutlich hervortritt. Die Zellen sind gelegentlich pigmenthaltig (hellgelbes Pigment). Cerebralwärts nehmen insbesondere die großen Zellen ab, des-

gleichen wird durch Zunahme des Vestibularkerns die gelatinöse Substanz mehr und mehr eingeschränkt auf einen kleinen Herd, der um IX sp. gelegt erscheint.

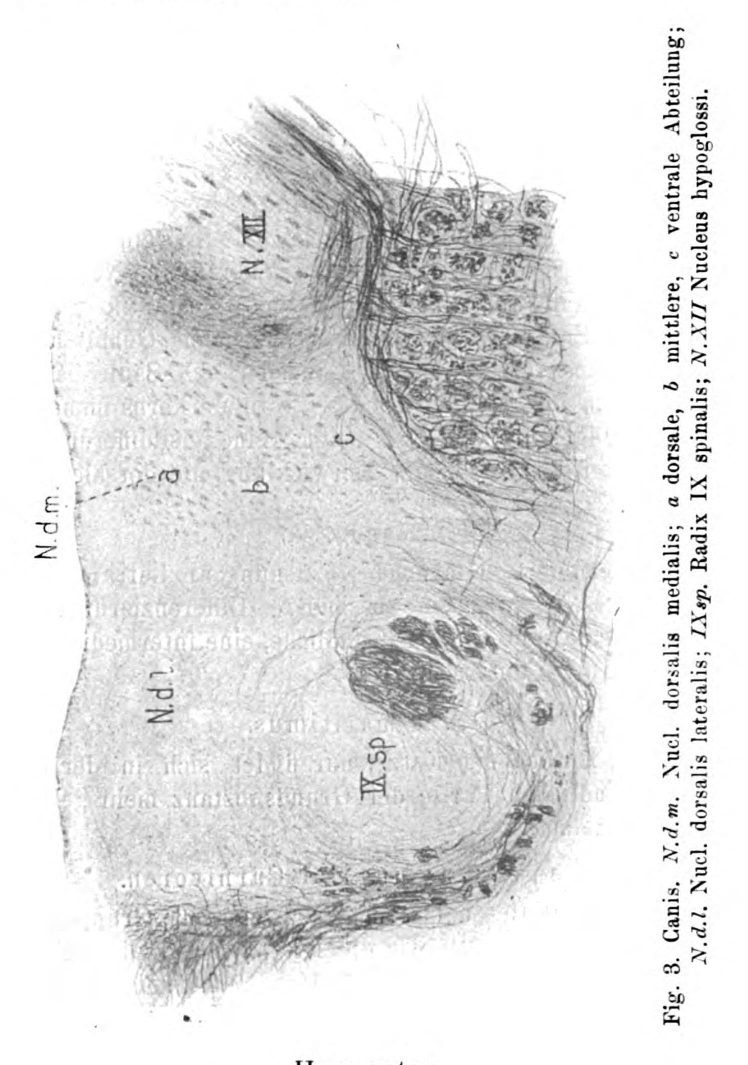


Fig. 3. Canis. *N.d.m.* Nucl. dorsalis medialis; *a* dorsale, *b* mittlere, *c* ventrale Abteilung; *N.d.l.* Nucl. dorsalis lateralis; *IXsp.* Radix IX spinalis; *N.XII* Nucleus hypoglossi.

Herpestes.

Der dorsale Vaguskern von Herpestes ist keineswegs so mächtig entwickelt wie beim Hunde, er nähert sich in seinem Verhalten jenem der Katze.

Mustela foina.

Sein Verhalten nähert sich wieder jenem der Katze. Die Gruppendifferenzierung des NX ist keine deutliche, doch kann man immerhin erkennen, daß die dorsal gelegenen Zellen spindelig, die ventro-lateralen mehr rundlich sind.

Lutra vulgaris (Fig. 4).

Im ersten Beginn findet sich eine aus gleich großen Zellen zusammengesetzte Gruppe, die dem NX entspricht, daneben IX sp. mit ventraler Substantia gelatinosa. Cerebralwärts findet sich dann zwischen Gollschem Kern und NX eine aus vielen Gliakernen bestehende Substanz, in welcher kleine Nervenzellen eingesprengt sind und sich Stücke von Substantia gelatinosa finden. Diese Zellmasse bleibt mit wechselndem Gehalt an Substantia gelatinosa bis gegen das Ende der NX-Säule bestehen. Sie wird durch das Anwachsen des Vestibularkerns immer mehr und mehr eingeschränkt. NX zeigt keine Zelldifferenz, vielleicht, daß auf der Höhe der Entwicklung die dorsalen Zellen größer sind.

Nasua.

Nasua erinnert in mancher Beziehung an Lutra; nur was NX anbelangt, zeigt er eine besondere Differenzierung, indem man eine dorsale und ventrale rundliche, eine intermediäre, mehr spindelige Gruppe unterscheidet.

Ursus maritimus.

Wieder ähnlich der Katze, nur findet sich in der lateral vom NX befindlichen Partie der Grundsubstanz mehr gelatinöse Substanz eingelagert.

Zusammenfassung der Carnivoren.

Bei den Raubtieren lassen sich zwei große Gruppen unterscheiden. In beiden finden wir die IX sp., ferner die Substantia gelatinosa sehr gut entwickelt, jedoch nicht so wie bei den Chiropteren, dagegen ist der NX besser entwickelt. Er zeigt bei der ersten Gruppe drei Teile, die sowohl durch Form und Größe der Zellen, als auch sonst sehr gut differenziert sind: eine dorsale, eine ventrale und eine intermediäre Gruppe. Die dorsale enthält die größten, die intermediäre die kleinsten Zellen. Auffallend ist eine bei fast allen Tieren zu konstatierende Pigmentierung der

Zellen mit hellgelbem Pigment. Hauptrepräsentant dieser Gruppe ist der Hund. Dort, wo sich nur zwei Gruppen finden, die mitunter

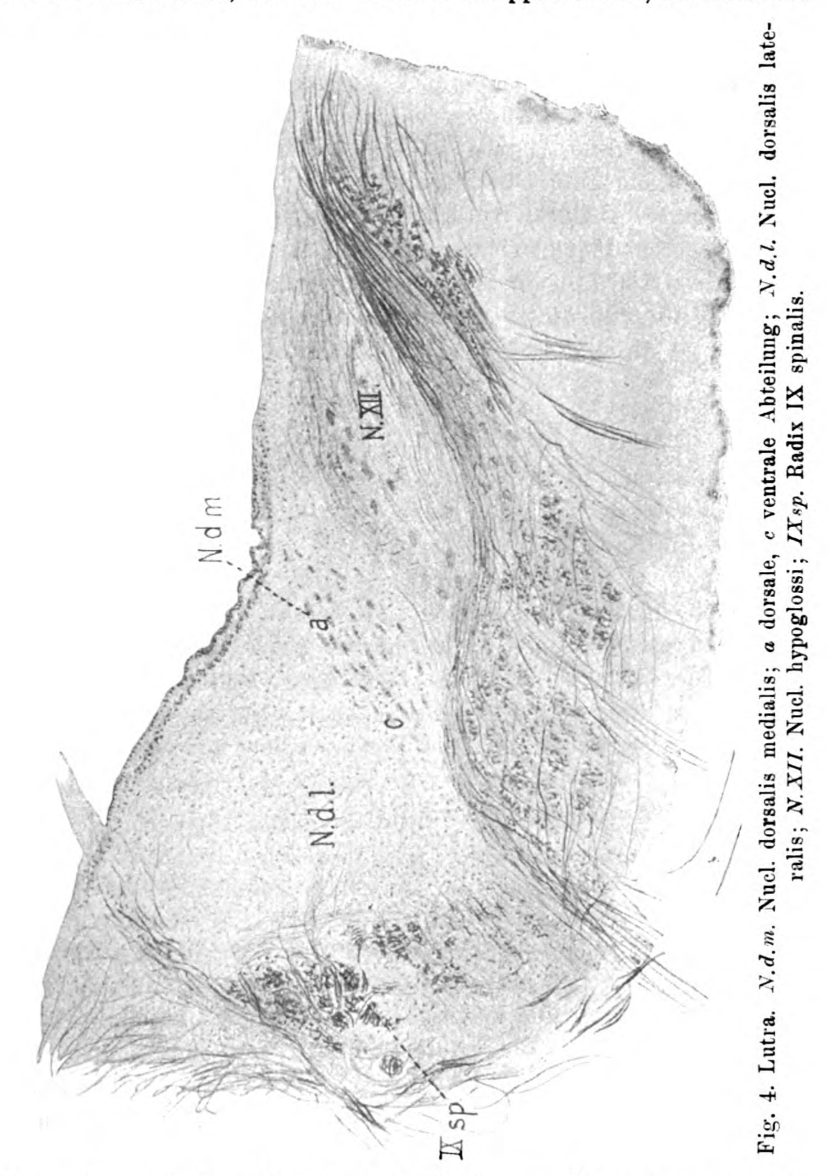


Fig. 4. Lutra. *N.d.m.* Nucl. dorsalis medialis; *a* dorsale, *c* ventrale Abteilung; *N.d.l.* Nucl. dorsalis lateralis; *N.XII.* Nucl. hypoglossi; *IXsp.* Radix IX spinalis.

kaum hervortreten (Katze), fehlt die intermediäre Gruppe; statt dessen findet sich in der Grundsubstanz, die wohl auch bei den an-

deren Tieren kleine Ganglienzellen enthält, reichliche kleine Zellen. Bei Lutra ist hervorzuheben, daß in der lateral von NX befindlichen Grundsubstanz eingesprengte Stücke von Substantia gelatinosa sich finden.

In der Literatur befindliche Angaben Stiedas, Meynerts, Marinescos und Parhons decken sich wesentlich mit dem vorliegenden; da diese Angaben alle vom Hunde stammen, so ist überall nur die gute Differenzierung des NX betont. Von den letztgenannten Autoren werden drei longitudinale Zellsäulen angenommen, aus denen sich der NX zusammensetzt. Bei Meynert ist es nicht klar, ob die von ihm außen vom NX beschriebene Substanz der Substantia gelatinosa oder der Grundsubstanz in unserem Sinne entspricht.

Pinnipedia.

Phoca vitulina.

Auffallend ist die überaus starke Entwicklung der IX sp., die insbesondere in den Fasern sehr mächtig entwickelt ist, während die Substantia gelatinosa eine geringfügige Entwicklung zeigt. Im Gegensatz dazu ist NX nicht so beträchtlich entwickelt, hat zwei Abteilungen: die dorsale aus größeren Zellen zusammengesetzt, während die ventrale aus kleineren Zellen besteht. Die Grundsubstanz ist feinfaserig, besteht aus kleinen Zellen, wird aber bald durch die Substantia gelatinosa verdrängt.

Dräseke fällt der NX von Phoca barbata durch seine Größe auf, ferner beschreibt er Zellen, die an der spinalen Glossopharyngeuswurzel gelegen sind.

Rodentia.

Dipus aegypticus.

Der NX besteht aus mittelgroßen, polygonalen und spindeligen Zellen und tritt nur im Anfang als isolierter Kern hervor, später wird er von den massenhaften kleinen Zellen der Grundsubstanz verdeckt, welche auch das Gebiet der Substantia gelatinosa zum Teile besetzt. Während IX sp. ziemlich faserreich ist, ist die begleitende Substantia gelatinosa ziemlich geringfügig. Ein Unterschied zwischen Substantia gelatinosa und der genannten Grundsubstanz ist in höheren Ebenen überhaupt nicht zu machen.

Cricetus frumentarius.

Schon beim ersten Auftreten des Hypoglossuskerns bildet der NX eine quere Gruppe von Zellen, dieselben sind gleich wie bei Dipus; anfangs werden sie dorsal von kleinen Zellen der Grundsubstanz überlagert, später von ihnen durchsetzt. Die Grundsubstanz substituiert auch die Substantia gelatinosa, welche dadurch ganz ihr glasiges Aussehen verloren hat.

Mus ratus.

Der NX stellt eine einzige aus polygonalen Zellen bestehende Zellgruppe dar, dorsal davon befinden sich eine aus kleinen Zellen bestehende Gruppe, welche späterhin das ganze Gebiet erfüllen. Die Verhältnisse der Substantia gelatinosa sind wie bei Cricetus.

Hystrix cristata.

Schon im Anfang zellreich, liegt der NX quergestellt und ist dorsal von kleinzelligen Kernen begleitet. Die IX sp. ist sehr faserreich, die Substantia gelatinosa keineswegs entsprechend entwickelt. Auch hier wird sie substituiert von den kleinen Zellen der Grundsubstanz. Die Verhältnisse sind spinal und cerebral gleich gut ausgeprägt.

Lepus cuniculus.

Der NX präsentiert sich von Anfang an als eine gut ausgebildete Kernsäule; diese zeigt auf der Höhe der Entwicklung eine deutlich wahrnehmbare Zweiteilung, wobei die Differenz allerdings weniger durch Zellgruppierung als durch verschiedene Zellformen hervorgebracht wird. Die dorsalen Zellen sind spindelförmig oder polygonal, die ventralen mehr rundlich oder birnförmig. Letztere sind besser gruppiert. In der Grundsubstanz sind deutlich die kleinen, dreieckigen Zellen erkennbar. Die Substantia gelatinosa entspricht nicht der Mächtigkeit der Fasern der IX sp.

Cavia cobaya.

Der NX differenziert nicht wesentlich von Lepus, doch tritt kein so beträchtlicher Zellunterschied hervor. Auch hier sind zwei Gruppen zu unterscheiden, die aber horizontal, nicht vertikal gelegen sind. Hier ist die ventrale Gruppe zellreicher. Die

Grundsubstanz ist zellreicher als bei Lepus, die Substantia gelatinosa ähnlich.

Zusammenfassung der Rodentia.

Bei den Rodentia kann man deutlich zwei Gruppen unterscheiden. Die erste Gruppe ist charakteristisch durch das Fehlen eines deutlich hervortretenden NX. Derselbe wird verdeckt durch die alles überschwemmenden Zellen der Grundsubstanz. Letztere ist bei dieser Tierklasse am besten ausgeprägt und enthält deutliche, meist trianguläre Zellen. Zum Unterschiede davon ist die Substantia gelatinosa, die homogene glasige Substanz, am wenigsten ausgeprägt, im Gegensatze zu den Fasern der IX sp., die in ziemlich beträchtlicher Weise entwickelt sind, sich aber nicht von den quergetroffenen Bündeln der umgebenen Substantia reticularis gut unterscheiden lassen.

Die zweite Gruppe, der Lepus und Cavia angehören, hat einen deutlich ausgeprägten NX, bei dem sogar zwei Gruppen zu unterscheiden sind. Allerdings findet sich daneben auch eine zellreiche Grundsubstanz, während die Substantia gelatinosa sich gleich der ersten Gruppe verhält.

Die zahlreichen anatomischen und physiologischen Arbeiten über den dorsalen Kern der Rodentier ergeben, daß die Mehrzahl der Autoren keinen wesentlichen Unterschied in den Gruppen findet. Sie nehmen alle einen dorsalen Vaguskern an, der gewöhnlich aus zwei Gruppen besteht: eine ventrale großzellige und eine dorsale kleinzellige. Bei der Maus hat dies insbesondere Haller betont, der den ventralen Kern einfach als motorischen, den dorsalen als sensiblen bezeichnet mit Rücksicht auf einen Vergleich mit Emys europaea. Bunzl-Federn rechnet nur die ventromediale Portion des dorsalen Vaguskerns zum Vagus (Kaninchen). Forel hat beim Meerschweinchen den ganzen dorsalen Vaguskern nach Ausreißung der Wurzeln degeneriert gefunden. Nur Stieda beschreibt lateral von seinem Zentralkern (Hypoglossuskern plus Vaguskern) eine feinfädige Substanz, die möglicherweise der Grundsubstanz unserer Beschreibung analog ist.

Ungulaten.

Sus scrofa domesticus.

Der NX läßt eine Gruppeneinteilung kaum erkennen, er besteht aus rundlichen oder spindeligen, mittelgroßen, gelegent-

lich pigmenthaltigen Zellen, die nahezu alle gleichmäßig groß sind. Die IX sp. ist von relativ geringer Substantia gelatinosa begleitet. Ein wenig Substantia gelatinosa ist auch eingesprengt in jener Zellmasse, welche sich zwischen NX und IX sp. ausbreitet. Diese Grundsubstanz ist nur sehr spärlich zellhaltend, überhaupt weitaus geringer entwickelt als z. B. beim Raubtiere. Sie wird in cerebralen Ebenen vollkommen von Substantia gelatinosa substituiert.

Bos taurus.

Hier tritt eine Gliederung der Zellen in eine dorsale und ventrale Gruppe hervor; die erste Gruppe ist locker und enthält größere Zellen, letztere ist dichter und enthält kleine rundliche Zellen. Die Substantia gelatinosa liegt dorsal vom IX sp., anfänglich sehr schwach entwickelt, keineswegs den Fasern von IX sp. entsprechend. In der Grundsubstanz finden sich wiederum sehr geringe Zellen.

Camelus dromedarius.

Schon im Beginn fällt ein überaus mächtiger zellreicher Herd von NX auf; die Zellen, die nahezu gleich groß sind, berühren sich in der Mittellinie und reichen über die Fibrae arcuatae internae lateralwärts. Dorsal von NX ist anfangs spärliche Grundsubstanz zu finden. Die IX sp. ist ziemlich faserreich, zeigt aber sonst keine Substantia gelatinosa. Cerebral tritt dann eine solche als ein kleiner rundlicher Herd inmitten der Fasern auf, welche letztere von mittelgroßen polygonalen Ganglienzellen umgeben sind (Nucleus Burdachii). Dagegen wird die Grundsubstanz größer und in ihr treten vereinzelte Zellen auf, wie sie im NX zu finden sind. Der letzte bleibt bis zur Eröffnung des Ventrikels unverändert, bekommt aber in höheren Ebenen eine Gruppierung, und zwar eine kleinere dorsale und eine größere ventrale Gruppe. Die Zellen sind dabei an Größe verschieden, indem bald dorsal, bald ventral kleinere Zellen sind. Die Grundsubstanz ist nun mächtig entwickelt. In dem Maße als die IX sp. größer wird, nimmt die Substantia gelatinosa zu; Substantia gelatinosa findet sich aber nur dorso-medial von IX sp. oder in der Grundsubstanz. Die Grundsubstanz wird gegen das Ende gänzlich von Substantia gelatinosa substituiert.

Equus caballus.

Equus verhält sich ganz ähnlich wie Bos; nur daß die Substantia gelatinosa wie ein Ring die IX sp. umgibt.

Zusammenfassung der Ungulaten.

Bei den Ungulaten sind die Verhältnisse sehr different. Im großen und ganzen kann man sagen, daß der NX meist aus gleichmäßigen Zellen zusammengesetzt ist und eine Gruppe bildet. Beim Kamel jedoch und beim Pferd tritt eine teilweise Gruppierung insofern hervor, als die Zellen bald größer, bald kleiner sind, und gelegentlich die kleineren dorsal oder ventral liegen. Trotzdem zeigt sie keine so deutliche Differenzierung, wie man sie z. B. bei Affen findet. Von Interesse ist es, daß auch die Substantia gelatinosa nicht besonders gut entwickelt ist und hier wieder die Fasermasse weitaus die zellige Masse übertrifft. Die Grundsubstanz wird vielfach von eingelagerten gelatinösen Teilchen eingenommen. Sie enthält nur wenig zellige Elemente. So kann man sagen, daß bei den Ungulaten das Gebiet des dorsalen Vaguskerns, was die Differenzierung anbelangt, schlecht entwickelt ist. Die Zellmasse von NX ist allerdings sehr groß.

Edentata.

Dasypus septemcinctus.

Die Zellen von NX liegen keineswegs so deutlich gruppiert wie bei anderen Tieren, sie finden sich eher diffus in dem Gebiete der Grundsubstanz, letztere zeigt keinesfalls den Charakter der Grundsubstanz wie bei den anderen Tieren, sondern sie sieht in verschiedener Beziehung der Substantia gelatinosa ähnlich, schließlich geht sie vollkommen in solche über. Die IX sp. ist gut entwickelt und besitzt eine große Substantia gelatinosa.

Hübschmanns Angaben von Dasypus villosus widersprechen in keiner Beziehung dem Vorliegenden.

Natantia.

Phocaena (Fig. 5).

NX enthält rundliche und polygonale Zellen, letztere mehr zerstreut; sie formieren eine dorsale Gruppe, während erstere die ventrale mehr geschlossene Gruppe bilden. Beide liegen in der stark entwickelten Grundsubstanz Diese selbst ist sehr

deutlich und enthält feine Fasern und kleine Zellen. Dorso-lateral davon liegt ein Gebiet, von einem Kranz feiner Fasern umgeben, das wie eine eingesprengte Masse gelatinöser Substanz im-

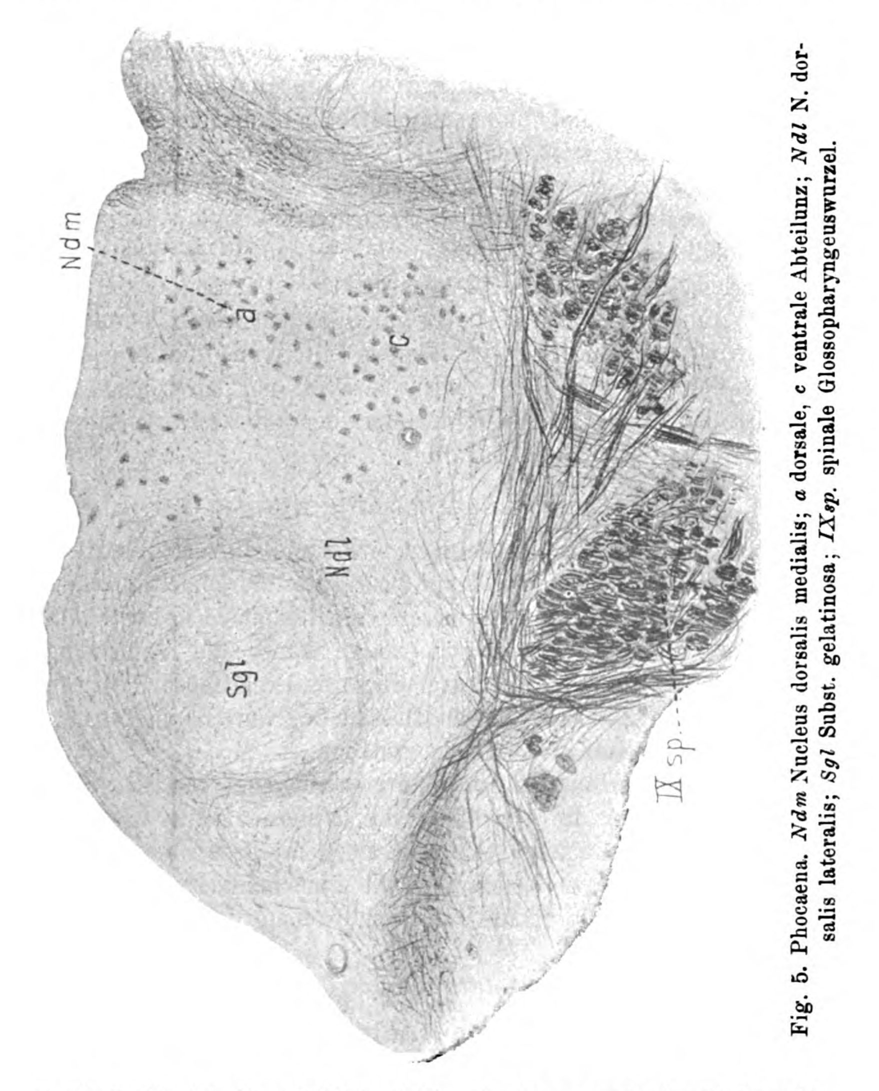


Fig. 5. Phocaena. *Ndm* Nucleus dorsalis medialis; *a* dorsale, *c* ventrale Abteilunz; *Ndl* N. dorsalis lateralis; *Sgl* Subst. gelatinosa; *IXsp.* spinale Glossopharyngeuswurzel.

poniert. Es ist dies Gebiet nicht sehr lang, anscheinend kugelig. Dafür fehlt die gelatinöse Substanz neben IX sp. sowie ein gut entwickelter Glossopharyngeusherd fast völlig.

Delphinus tursio.

Der NX unterscheidet sich kaum von dem bei Phocaena. Die IX sp. tritt relativ später erst deutlicher hervor, schwillt aber bald ziemlich mächtig an und bildet ein ziemlich großes geschlossenes Faserbündel, ohne auch nur die geringste Spur einer Substantia gelatinosa zu zeigen. Einzelne Zellen, welche NX-Zellen ähnlich sind, finden sich zwischen diesen Zellen. In cerebralen Ebenen tritt um die IX sp. ringförmig ein faseriger Herd auf, der eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Intercalatus Staderini besitzt. Er schwillt cerebralwärts mehr und mehr an und bleibt nach dem Aufhören des NX noch bestehen. Es ist fraglich, ob er dem N. vestibularis parvicellulatus angehört. Die Grundsubstanz tritt anfangs nicht deutlich hervor, später wird sie deutlicher, ist aber erfüllt von diffus angeordneten Zellen von NX. Sie wird cerebral mit Anwachsen der IX sp. größer und zeigt einen gewissen der Substantia gelatinosa anderer Tiere ähnlichen Charakter.

Zusammenfassung der Natantia.

Der NX läßt zwei Gruppen erkennen, die sich erst auf der Höhe der Entwicklung des Kerns gut differenzieren lassen, daneben liegt die Grundsubstanz, die ziemlich mächtig entwickelt ist. IX sp. ist überall faserreich, zeigt kaum die Andeutung gelatinöser Substanz, statt dessen liegt ein gelatinöser Substanz ähnlicher Herd dorsal in der Grundsubstanz durch eine Brücke dieser Grundsubstanz von IX sp. getrennt.

Diese Darstellung ist fast identisch mit jener von Hatschek und Schlesinger, die gleichfalls die Differenzierung des dorsalen Vaguskerns in zwei Gruppen als nicht besonders deutlich hervorheben; dagegen beschreiben sie eine medial vom Tractus solitarius auftretende graue Substanz, welche kleine Ganglienzellen enthält.

Marsupialia.

Macropus (Fig. 6).

Beim Auftreten der Differenzierung des dorsalen Vaguskerns findet sich folgendes: Zunächst NX etwas dorso-lateral von Hypoglossuskern, aus mittelgroßen, zum Teil pigmenthaltigen rundlichen oder spindeligen Zellen bestehend. Dorsal davon liegt

eine von feinsten Fasernetzen erfüllte Masse von geringer Ausdehnung. An diese stößt wieder dorsal Substantia gelatinosa. Die eigentliche der IX sp. entsprechende Substantia gelatinosa ist von diesen erstgenannten vollkommen abgetrennt, und entspricht keineswegs der Menge der Fasern. In höheren Ebenen zerfällt der NX in zwei Teile: eine dorsale Gruppe enthält

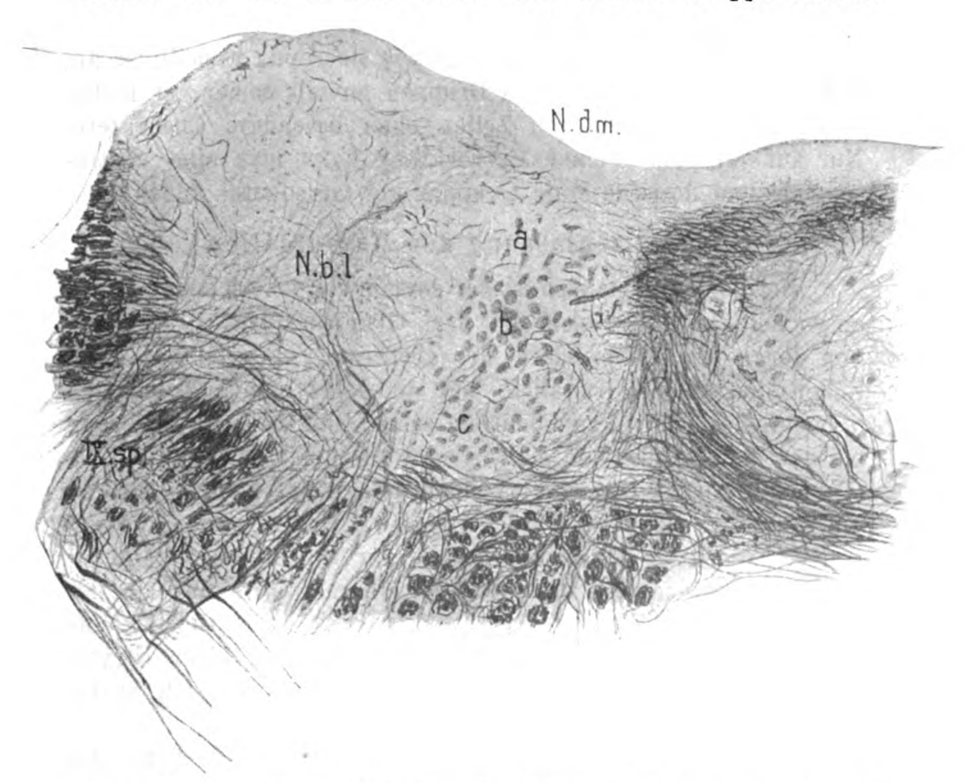


Fig. 6. Macropus. *N.d.m.* Nucl. dorsalis medialis; *a* dorsale, *b* mittlere, *c* ventrale Abteilung; *N.d.l.* Nucleus dorsalis lateralis; *IX sp.* Radix IX spinalis.

rundliche und spindelige Zellen, eine ventrale nur rundliche, aber größere Zellen. Zu diesen zwei Gruppen tritt später noch eine ventral davon gelegene kleinzellige Gruppe. Gleichzeitig vermehrt sich die Grundsubstanz, die nun lateral vom NX gelegen ist. Schließlich nähern sich die beiden Substantiae gelatinosae, gleichfalls lateral von NX gelegen. Ihre Vereinigung gibt den Glossopharyngeusherd.

Phascolarctus cinereus.

Phascolarctus verhält sich wie Macropus, die Substantia gelatinosa läßt deutlich kleine Ganglienzellen erkennen. Der NX zeigt in der dorsalen und ventralen Gruppe mehr lockere Anordnung der Zellen als in der mittleren.

Perameles nasuta.

Beim Perameles, der sich fast wie Macropus verhält, ist die Differenzierung der Zellen in Gruppen unvollkommen, es finden sich rundliche Haufen von Zellen ohne besondere Charaktere. Nur auf der Höhe seiner Entwicklung kann man eine ventromediale und dorso-laterale Gruppierung angedeutet finden.

Zusammenfassung der Marsupialier.

Bei den Marsupialiern ist der dorsale Vaguskern sehr mächtig entwickelt, es lassen sich die drei Gruppen deutlich abteilen, von denen die intermedäre die größeren Zellen enthält. Die Zellen sind an sich rundlich, nur teilweise spindelförmig und pigmenthaltig. Man kann deutlich sehen, daß diese Gruppierung bei den tiefer stehenden Marsupialiern weniger deutlich ist. Die Grundsubstanz selbst ist vorhanden, aber zeigt keine besondere Entwicklung. Sie enthält reichliche feine Fasern und Ganglienzellen. Eigenartig ist das Verhalten der Substantia gelatinosa. Dieselbe ist zweigeteilt, und zwar vom allerersten Beginn an. Der eine Teil ist begleitet von der IX sp. und zeigt deutliche kleine Ganglienzellen, der andere Teil läßt diese weniger hervortreten und findet sich anfangs dorsal von NX, um sich später lateralwärts zu wenden.

Ziehen nimmt in seiner Beschreibung des Vaguskerns der Marsupialia gleichfalls drei Gruppen im dorsalen Vaguskern an, die sich nur durch die Lagerung (medial, respektive dorso-medial und lateral) von den vorgenannten unterscheiden.

Überblickt man die Verhältnisse des dorsalen Vaguskerns bei den verschiedenen Säugetiergruppen, so ergibt sich eine auffallende Übereinstimmung in der Zusammensetzung. Es finden sich die eingangs erwähnten drei Zellgruppen scheinbar auch bei den von Kölliker beschriebenen Monotremen. Die Übereinstimmung gilt aber nur für den dorsalen Vaguskern im ganzen,

d. h. es finden sich meist ein medialer und lateral-dorsaler Kern, daneben ein Substantia gelatinosa (IX sp.). Vergleicht man aber die einzelnen Kerne allein, so ergeben sich nicht unwesentliche Differenzen. Man kann beim medialen Kern z. B. drei verschiedene Modifikationen erkennen.

1. Der mediale dorsale Vaguskern stellt eine einzige Zellgruppe von ziemlich großen, meist polygonalen, gelegentlich pigmentierten Ganglienzellen dar, die sich weder durch Größe noch durch die Form, noch durch charakteristische Unterabteilungen weiter differenzieren (Cynocephalus, Lemur, Dipus, Cricetus, Mus, Hystrix, Sus, Dasypus).

2. Der mediale dorsale Vaguskern zeigt zwei Zellgruppen, die je nach der Ausbildung der Medulla oblongata als dorsal oder ventral, lateral oder medial oder dorso-lateral oder ventromedial bezeichnet werden können. Die dorsale Gruppe besteht meist aus kleineren, die ventrale aus größeren Zellen. Die kleineren sind rundlich oder birnförmig, die größeren mehr polygonal. Es finden sich unter ihnen auch ziemlich viel hellgelb pigmentierte Elemente (Homo, Hylobates, Pithecus, Pteropus, Vesperugo, Erinaceus, Talpa, Felis, Herpestes, Mustela, Lutra, Ursus, Phoca, Lepus, Cavia, Bos, Camelus, Equus, Phocaena, Delphinus, Perameles).

3. Bei einzelnen Tierklassen findet man neben den zwei eben genannten Gruppen noch eine dritte, welche man als intermediäre bezeichnen könnte. Sie liegt im dorso-ventralen Durchmesser zwischen der dorsalen und ventralen Gruppe, meist so, daß sie sich ein wenig lateralwärts vordrängt. Man kann diese Gruppe, wenn sie nicht besonders ausgeprägt ist, schwer von den beiden genannten der dorsalen und ventralen abtrennen (Simia, Ateles, Canis, Nasua, Macropus, Phascolarctus).

Bei dieser Zusammenstellung fällt insbesondere auf, daß sich für jede der drei genannten Abteilungen mit den bestimmten Zellgruppen Vertreter der verschiedensten Tierklassen finden; so z. B. bei der ersten Abteilung, in der Affen und Edentaten gemeinsam vertreten sind. Am häufigsten findet sich die zweite Gruppe, am wenigsten die dritte. Es ist für den Menschen fraglich, ob man ihn, wie Hudovernig annimmt, der dritten oder der zweiten Abteilung zurechnen soll. In dieser letzteren finden sich neben den höchsten Affen, denen sich auf-

fallenderweise wieder der Ateles nähert, Raubtiere, wie der Hund und der Nasenbär und die so niedrig stehenden Marsupialier. Wenn man diese Umstände berücksichtigt, so wird es wohl schwerlich einem Zweifel begegnen, wenn man annimmt, daß der Gruppierung des medialen dorsalen Vaguskerns kaum eine besondere Bedeutung zukommt. Allerdings muß man dabei berücksichtigen, daß man bisher die Bedeutung von Zellgruppenbildungen überhaupt nicht kennt, abgesehen von Zellgruppen, die einem bestimmten Muskelgebiet entsprechen. Hier versagt sowohl das entwicklungsgeschichtliche, als das physiologische Moment und auch die vergleichend anatomischen Untersuchungen scheinen hier keinerlei Aufklärung bringen zu können.

Nur eines haben die experimentellen Studien der jüngsten Zeit mit einer gewissen Sicherheit erbracht, nämlich, daß man die genannte Abteilung des dorsalen Vaguskerns jetzt mit dem Sympathikus in Verbindung bringt, welche die Aufgabe hat, die Innervation der Lunge, des Herzens und der Baucheingeweide zu besorgen. In dieser Beziehung haben die Arbeiten von Holm, Marinesco, Van Gehuchten, Kohnstamm, Kosaka und Yagita, sowie Hudovernig, um hier nur einige zu nennen, den alten Streit scheinbar entschieden, welcher diesen Kern bald als motorischen, bald als sensiblen bezeichnete. Allerdings ist es bisher kaum gelungen, die einzelnen Gruppen des medialen dorsalen Vaguskerns mit bestimmten Körperabschnitten in Verbindung zu bringen und es scheint hier weniger eine Gruppenteilung in der dorso-ventralen, als in der orokaudalen Richtung maßgebend.

Erstaunlich bleibt es, wenn bei Tieren einer Klasse, beim Hunde und der Katze, auffallend verschiedene Verhältnisse bestehen, wo man doch annehmen müßte, daß in der inneren Organisation dieser Tiere ein wesentlicher Unterschied kaum vorhanden ist. Lediglich ein Moment käme hier in Frage, d. i., daß der Hund lebhaftere und reichlichere Bewegungen macht als die Katze und dabei seine Lunge ein wenig mehr anstrengt, als diese. Vielleicht kommt dieses Moment auch für die Marsupialier in Betracht, die eine so scharfe Distinktion des in Rede stehenden Kerns besitzen, die fast besser ist als beim Menschen. Aber alle diese Versuche erscheinen unbefriedigend und unzu-

länglich, selbst wenn man berücksichtigt, daß sie nur für das Gebiet der besten Entwicklung des Kerns gelten.

Vielleicht gelingt es hier durch Heranziehen des Nucleus dorsalis lateralis eine Aufklärung zu geben. Man muß bei diesem zunächst zwei Momente in Betracht ziehen: 1. Die allgemein mächtige Entwicklung, 2. den Reichtum an Ganglienzellen. Letzterer fällt nicht immer zusammen mit der starken Entwicklung des Kerns, wofür z. B. der Mensch und die höheren Affen einen guten Beleg bieten. Sie besitzen eine mächtig entwickelte Grundsubstanz ohne reichliche Zellen darin. Im Gegensatz hierzu findet sich bei den niederstehenden Affen, den Chiropteren, Insectivoren, Rodentiern, Natantiern und insbesondere bei den Marsupialiern eine ziemlich gut entwickelte Grundsubstanz mit reichlicher Zelleinlagerung. Bei den Carnivoren (Felis, Canis, Herpestes, Mustela, Ursus), Pinnipediern, Ungulaten und Edentaten finden wir Grundsubstanz und Zellen in derselben am schlechtesten entwickelt. Wenn man nun den lateralen Kern mit dem medialen im Vergleich bringt, so ergibt sich kein Vikariieren der beiden, auch ein Parallelismus ist hier nicht zu sehen; und darum allein ist es schon unwahrscheinlich, daß der laterale dorsale Kern zum medialen gehört, wie es aus der Darstellung der älteren Autoren ersichtlich wäre.

Dagegen läßt sich eine andere Beziehung des N X herstellen, und zwar eine zur Substantia gelatinosa. Diese Beziehung ist eine doppelte, eine topographische und eine virkariierende. Was die erstere anlangt, so finden sich bei einzelnen Tieren, ohne daß eine gewisse Ordnung bestünde, gleich beim Auftreten der Substantia gelatinosa kleinere oder größere Stücke derselben in der sogenannten Grundsubstanz eingelagert. Gelegentlich zeigen diese eingesprengten Inseln gelatinöser Substanz ein feines Faserbündel in ihrem Innern. Doch ist all dies nicht konstant, obwohl es sich nicht gerade selten und selbst auch gelegentlich beim Menschen findet. Was das zweite Verhältnis, das vikariierende, zur Substantia gelatinosa anlangt, so ist dieses bemerkenswerter.

Zunächst sei hervorgehoben, daß die die Radix IX sp. begleitende Substantia gelatinosa, wie ja bekannt, aus einer homogenen, eigenartig glasig erscheinenden Grundsubstanz besteht, in der mehr minder reichlich kleine Ganglienzellen eingesprengt sind. Diese Sub-

stantia gelatinosa nun nimmt in der Tierreihe nach abwärts kontinuierlich ab. Dabei ist es ungemein auffällig, daß sich diese Abnahme nicht auch auf die Fasern der spinalen Glossopharingeuswurzel erstreckt, sondern daß diese Fasern unter Umständen noch reichlicher sein können, als bei mächtig entwickelter Substantia gelatinosa. Daher liegt es nahe anzunehmen, daß die um die IX sp. gelegene respektive dorsal davon befindliche sogenannte Grundsubstanz des dorsalen Vaguskerns, der Nucleus dorsalis vagi lateralis, die Aufgabe der fehlenden oder gering entwickelten Substantia gelatinosa übernimmt. Man braucht hier nur dieses eigenartige Verhalten des sensiblen Vagus — denn die Substantia gelatinosa gilt heute ja allgemein als Bestandteil des sensiblen Vagus — mit den entsprechenden Verhältnissen des Hinterhorns des Rückenmarks zu identifizieren. Man hätte dann in dem Nucleus dorsalis lateralis nichts anderes als das Kopf- und Halsgebiet des Hinterhorns zu erblicken, das einmal von einer besser, einmal von schlechter entwickelten Substantia gelatinosa begleitet ist.

Bisher war nur die Rede von jener Substantia gelatinosa, welche die spinale Glossopharyngeuswurzel begleitet, nicht aber von jener, die als Glossopharyngeusherd bezeichnet wird. Dieser verhält sich parallel der Entwicklung der IX sp. Dort, wo die Substantia gelatinosa IX mächtig entwickelt ist, gilt dies auch für den Glossopharyngeusherd und umgekehrt. Und noch eines ist von Bedeutung. Der Glossopharyngeusherd substituiert in den cerebralen Ebenen den Nucleus dorsalis lateralis.

Schließlich sei noch hervorgehoben, daß bei schlechter Entwicklung der Substantia gelatinosa die Grundsubstanz, der Nucleus dorsalis lateralis, sehr zellreich ist und daß dessen Zellen sich sogar zwischen die Faserbündel der spinalen Glossopharyngeuswurzel eindrängen.

Resumé.

Die Betrachtung des dorsalen Vaguskerns der Autoren ergibt demnach bei vergleichend-anatomischer Untersuchung, daß dorsal mindestens drei voneinander getrennte Zellgruppen zu unterscheiden sind: 1. Der eigentliche dorsale Vaguskern, der Nucleus dorsalis medialis; dieser ist konstituiert aus mehr oder minder gut differenzierten Zellgruppen verschiedener Größe und

Zellform. Es unterliegt heute kaum einem Zweifel, daß dieser Zellkomplex vorwiegend sympathischer Natur ist und Lunge, Herz und Magen versorgt. 2. Der Nucleus dorsalis vagi lateralis. Derselbe zeigt verschiedene Entwicklung und auffälliges Vikariieren mit der Substantia gelatinosa der spinalen Glossopharyngeuswurzel. Aus diesem Verhalten muß man annehmen, daß die Differenzierung der Substantia gelatinosa und deren fortschreitende Entwicklung mit der besseren oder höheren Organisation des Kerngebietes zusammenfällt. Gerade dieses Vikariieren läßt aber die laterale Abteilung des dorsalen Kerns als sensiblen Kern erscheinen, einen Befund, der die vielen Widersprüche der Autoren, die den dorsalen Vaguskern bald als motorisch, bald als sensibel aufgefaßt hatten, in befriedigender Weise löst.

Am Schlusse meiner Ausführungen ist es mir ein besonderes Bedürfnis, meinen hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrat Professor Dr. H. Obersteiner, für die vielen Anregungen und Förderungen meiner Arbeiten den ergebensten Dank auszusprechen.

Literatur.

Bunzl-Federn, Der zentrale Ursprung des Nervus vagus. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie, V. Bd., 1899, S. 1.

Dräseke, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Medulla oblongata der Wirbeltiere, speziell mit Rücksicht auf die Medulla oblongata der Pinnipedier. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie, VII. Bd., 1900, S. 105.

Forel, Über das Verhältnis des experimentellen Anatomie und Degenerationsmethode zur Anatomie und Histologie des Centralnervensystems: Ursprung des IX., X. und XII. Hirnnerven. Festschrift zur Feier des 50jährigen Doktorjubiläums von Nägeli und Kölliker 1891.

A. van Gehuchten. Recherches sur l'origine réelle des nerfs craniens III. Le nerf glossopharyngien et le nerf vague. Journal de Neurologie 1893, p. 433.

Idem, Recherches sur l'origine réelle et le trajet intracérébral des nerfs moteurs par la méthode de la dégénérescense wallérienne indirécte. Le Névrase V. vol., 1903, p. 265.

Idem, Anatomie du système nerveaux de l'homme. Quatrième edition 1906.

Haller, Der Ursprung der Vagusgruppe bei den Teleostiern. Festschrift für C. Gegenbaur, III. Bd., 1896.

Derselbe, Vom Bau des Wirbeltiergehirns, III. Teil, Mus.

Hatschek und Schlesinger, Hirnstamm des Delphins. Arbeiten aus dem Wiener neurologischen Institute, IX. Heft, 1902, S. 1.

Henle, Handbuch der Nervenlehre des Menschen, 1879.

Holm, Die Anatomie und Physiologie des dorsalen Vaguskerns. Virchows Archiv, CXXXI. Bd., 1893, S. 78.

Hübschmann, Untersuchungen über die Medulla oblongata von Dasypus villosus. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, LXXV Bd., 1903, S. 258.

Hudovernig, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und zur Lokalisationslehre einiger Gehirnkerne (Nervus hypoglossus, vagus und facialis). Journal für Psychologie und Neurologie, X. Bd., 1907, S. 247, XI. Bd., 1908, S. 26.

Kohnstamm, Zur Anatomie und Physiologie des Vaguskerns. XXVI. Wanderversammlung der südwestdeutschen Neurologen und Irrenärzte Baden-Baden im Jnni 1901. Neurolog. Centralblatt 1901, S. 767.

Kohnstamm und Wolfstein, Versuch einer physiologischen Anatomie der Vagusursprünge und des Kopfsympathikus. Journal für Psychologie und Neurologie, VIII. Bd., 1907, S. 177.

A. Kölliker, Die Medulla oblongata und die Vierhügelgegend von Ornithorhynchus und Echidua 1901.

Kosaka und Yagita, Experimentelle Untersuchungen über den Ursprung des Nervus vagus und die zentrale Endigung der dem Plexus nodosus entstammenden sensiblen Vagusfasern, sowie über den Verlauf ihrer sekundären Bahn. Mitteilungen der med. Gesellschaft zu Okayama (Japan) Nr. 188, 1905.

Marinesco, Les noyaux musculostriés et musculolisses du pneumogastrique. Comptes rendus de la Société de Biologie. Séance du 13 février 1897.

Idem, Sur les phénomènes réparation dans les centres nerveux après la section des nerfs périphériques. La Presse médicale 5 octobre 1898.

Idem, Les phénomènes de réparation dans les centres nerveux après la section des nerves périphériques. La Presse médicale 19 avril 1899.

Idem et Parhon, Recherches sur les noyaux moteurs d'origine du nerf pneumogastrique et sur les localisations dans ces noyaux. Journal de Neurologie Tome XIII, 1907, p. 61.

Meynert, Vom Gehirn der Säugetiere. 1872.

Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie 1881.

Stieda, Studien über das zentrale Nervensystem der Vögel und Säugetiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, XIX. Bd., 1868.

Idem, Studien über das zentrale Nervensystem der Wirbeltiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, XX. Bd., 1870.

Wernicke, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten, I. Bd., 1881, S. 155.

Th. Ziehen, Das Zentralnervensystem der Monotremen und Marsupialier. II. Teil: mikroskopische Anatomie 1901. Der IV. Teil der Monographie, der erst nach der Drucklegung erschien, konnte nicht mehr benutzt werden.

Zur Kenntnis der normalen und pathologischen Histologie der Zirbeldrüse.

Die Adipositas cerebralis.

Von

Dr. Otto Marburg,

Privatdozenten für Neurologie und 1. Assistenten am neurologischen Institut.

(Mit 12 Abbildungen im Text.)

Einleitung.

Für das Zustandekommen pathologischer Affektionen des Nervensystems hat die lokale Disposition eine große Bedeutung. Insbesondere gilt dies für das Zustandekommen der neoplastischen Bildungen. Man hat unter lokaler Disposition eine noch in das Bereich des Normalen fallende oder überhaupt normale Anlage eines Gebietes im Nervensystem zu verstehen, welche meist auf der Entwicklung begründet ist und infolge ihrer Eigenart krankhaften Prozessen gegenüber weniger Widerstand bietet. Das Wesentliche dabei ist, daß diese scheinbaren Schwächezustände als normal zu gelten haben und nur wenn sie exzessiv werden, pathologische Bedeutung gewinnen können. Einige Beispiele werden das Gesagte erläutern. So bedeutet die Glia-Bindegewebsgrenze der hinteren Wurzeln des Rückenmarks und der Medulla oblongata entschieden eine Schwäche, was schon dadurch zum Ausdrucke kommt, daß die Markscheidenfärbung an dieser Stelle gewöhnlich versagt. Diese zuerst von Obersteiner und Redlich beschriebene, dann von Levi und Bauer eingehender geschilderte Tatsache ist in ihrer Beziehung zur Tabes wohl jetzt allgemein gekannt. Ferner muß man die Kittlinie des Zentralkanales

als solche lokale Disposition bezeichnen. Hier schafft ein gelegentlich einsetzendes luxurierendes Wachstum des Ependyms die Grundlage für das Zustandekommen der Syringomyelie. Ähnliche Verhältnisse bezüglich des Ependyms scheinen auch bei den Hirnventrikeln zu existieren, wofür die nicht gerade selten vorkommenden Abschnürungen der Hirnhöhlen zu sprechen scheinen, deren Beziehungen zu gewissen Formen der Gliome (Stroebe) nicht unwahrscheinlich sind. Ich möchte hier auch auf eine bisher wenig gewürdigte lokale Disposition hinweisen, die ebenfalls dem Ependym der Ventrikel zukommt, d. i. die Kielstreifbildung. Besonders in der Ammonshornregion scheint diese eine besondere Bedeutung zu gewinnen und zum Ausgangspunkt sklerosierender Prozesse werden zu können. So gibt die Kielstreifbildung hier vielleicht in einer großen Anzahl von Fällen den Ausgangspunkt ab für die bei Epilepsie so häufig vorkommenden Ammonshornsklerosen. Noch bedeutungsvoller und erst in allerjüngster Zeit gebührend gewürdigt erscheint ferner das Verhalten der Ventrikeldächer und ihrer Ausstülpungen. Es genügt hier auf die jüngst erschienene Arbeit von Orzechowskis hinzuweisen, der die Bedeutung der Lateralrecessus des vierten Ventrikels für die Onkologie ins rechte Licht gestellt hat. Ein ähnliches wie für den vierten Ventrikel gilt auch für den dritten Ventrikel, wo die Verhältnisse besonders in den kaudalen Abschnitten ziemlich verwickelte sind und wo insbesondere Gewebsarten verschiedenster Dignität, wenn auch gleicher Herkunft, aneinanderstoßen. Überhaupt erscheinen für die Bildung pathologischer Veränderungen solche Gebiete in erster Linie prädisponiert, wo verschiedenartige Gewebe in Berührung kommen.

Vielleicht ermöglicht das Studium der lokalen Disposition, die in dem hinteren Abschnitt der Decke des dritten Ventrikels gegeben ist, einiges zur Aufklärung der in dieser Gegend vielfach vorkommenden, mannigfaltig gebauten Neoplasmen beizutragen. Diese Neubildungen werden gewöhnlich als Zirbeldrüsentumoren bezeichnet, ohne daß man stets mit Sicherheit den Nachweis der Genese aus der Zirbel erbringen kann. Eine genauere Untersuchung der normalen Verhältnisse der Zirbeldrüse als Grundlage ihrer pathologischen Veränderungen, also von einem besonderen Gesichtspunkte aus, ist ohnehin bisher unterblieben, wenngleich eine ganze Reihe ausgezeichneter Beschreibungen

makroskopischer und mikroskopischer Natur vorliegen. Wenn deshalb im folgenden vielfach Bekanntes neuerlich gesagt wird, und die Ergänzungen, die ein vergleichend histologisches Studium der Zirbelregion ergeben haben, die bekannten Schilderungen nur unwesentlich ergänzen werden, so geschieht dies alles nur, um hier die normalen Grundlagen für pathologische Bildungen zusammenfassend darzustellen. Deshalb wurde auch von komplizierten Färbemethoden Abstand genommen, da man mit pathologischem Materiale gewöhnlich zur Durchführung solcher keine Möglichkeit hat.

Zur Topographie der Parietalgebilde.

Da vielfach über die Zirbel, das Parietalorgan und die Ausstülpungen des dritten Ventrikels Unklarheiten herrschen, so seien die augenblicklich geltenden Anschauungen darüber hier in Kürze mitgeteilt. Es liegen dieser Darstellung die Ausführungen von Studnička, besonders aber jene von Edinger zugrunde, die sich jedoch hauptsächlich nur auf die niederen Vertebraten beziehen (Fig. 1). Danach unterscheidet man als Ausstülpungen der Decke des dritten Ventrikels von oral nach kaudal 1. die Paraphyse, ein einfacher Blindsack, an den sich eine 2. Ausstülpung schließt, die von einem Teil der Autoren als Dorsalsack, von dem anderen Teil der Autoren aber als Zirbelpolster beschrieben wird. Zwischen Zirbelpolster und Paraphyse befindet sich als Verbindungsstück ein quergespanntes Segel, das Velum transversum. Während die Paraphyse bei den Säugern kaum mehr vorkommt, gilt dies nicht für das Zirbelpolster, den Dorsalsack, den wir offenbar im Recessus suprapinealis wiederfinden. Hinter diesem Zirbelpolster nun kommt es neuerdings zu Ausstülpungen der Ventrikeldecke, eine vordere und eine hintere. Die vordere wandelt sich in das eigentliche Parietalorgan (Parietalauge) der Autoren um und gewinnt durch den Nervus parietalis einen Anschluß an das Ganglion habenulae des Zwischenhirns. Die zweite Ausstülpung ist die eigentliche Zirbeldrüse, die Epiphyse. Sie wandelt sich in die solide Drüse um, die durch die Zirbelstiele und die hintere Commissur in innigste Beziehung zu den epithalamischen und mesencephalen Gebieten tritt.

Diese Darstellung, daß Parietalauge und Epiphyse zwei gesonderte Ausstülpungen des Ventrikeldaches bilden, ist nicht

bei allen Autoren deutlich erkennbar. Am schärfsten erscheint sie von Edinger hervorgehoben. Mitunter hat man den Eindruck, als ob Parietalauge und Zirbel aus einer einzigen Ausstülpung sich entwickeln, indem ersteres später von der Epiphyse sich abschnürt, durch den Nervus parietalis Anschluß an die Habenula gewinnt und damit Selbständigkeit erreicht. Bisher war man der

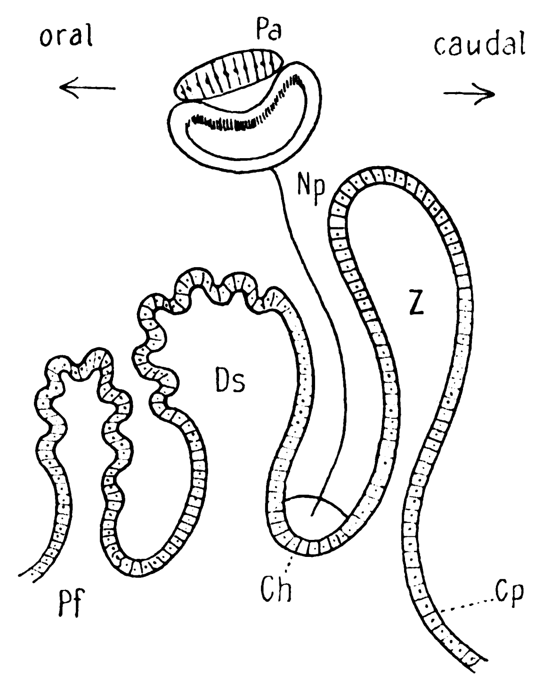


Fig. 1. *Ch* Commiss. habenularum; *Cp* Commiss. posterior; *Ds* Dorsalsack; *Np* Nervus parietalis; *Pa* Parietalauge; *Pf* Paraphyse; *Z* Zirbel.

Meinung, daß das Parietalauge nur mehr bei den Sauriern sich findet und hier meist nur embryonal. Dagegen ist die Epiphyse in der ganzen Tierreihe als gut entwickeltes drüsiges Gebilde vorhanden.

Makroskopische Beschreibung.

Die Glandula pinealis (Epiphysis, Conarium, Zirbeldrüse) stellt beim erwachsenen Menschen ein ungefähr 1 *cm* langes, etwas über einen $^1/_2$ *cm* breites dorso-ventral flachgedrücktes

zapfenförmiges Gebilde dar. In seinem oralen Anteile klafft dasselbe auseinander und bildet eine dorsale und ventrale Lippe. Die dorsale erscheint an die Commissura habenularum angeschlossen, die ventrale steht durch ein Schaltstück mit der Commissura posterior in Verbindung. Diese genannten Gebilde schließen den kaudal blind endigenden Recessus pinealis ein. Die Commissura habenularum erscheint jedoch weder beim Erwachsenen, noch beim Neugeborenen frei, sondern sie ist, wie dies Retzius am schönsten beschreibt und abbildet, meist von Träubchen aus Hirnsand bedeckt. Letzterer, der Hirnsand, gilt allerdings nur für den Erwachsenen, aber die Substanz, in welche sich später der Hirnsand einlagert, erscheint selbstverständlich beim Kinde bereits vorgebildet. Auch die Commissura posterior besitzt nach Retzius zwei vertikal gestellte Firsten, die aus Ependym bestehen sollen. An die Zirbel legt sich nun dorsal das Epithel des Plexus chorioideus an. Die Ansatzstellen sind zum ersten Male von Reichert genau geschildert worden, doch ist es schwer, beim erwachsenen Menschen und selbst beim Kinde einen guten Einblick in diese Verhältnisse zu gewinnen, wenn man nicht mikroskopische Untersuchungen mit heranzieht. Nur so viel läßt sich sagen, daß der Plexus von den beiden Taenien des Thalamus sich auf die Commissura habenularum hinüberschwingt und von da die Zirbel gewinnt, an deren Basis sich die Haftstelle findet. Hier bildet der Plexus auch jene Tasche, die von Reichert als Recessus suprapinealis beschrieben wurde; sie ist mitunter so tief, daß sie weit über die Zirbel nach rückwärts hinausragt. Die Haftstelle des Plexus ist keineswegs schmal, sondern er erscheint breit mit der darunter befindlichen Zirbel verklebt, allerdings, wenigstens in den hinteren und seitlichen Teilen, deutlich durch das Bindegewebe der Zirbelhülle von dieser abgedrängt. Der wechselnde Reichtum dieses Bindegewebes jedoch läßt das Plexusepithel bald näher, bald ferner der Zirbel erscheinen. Von dem Bindegewebe, das den Zirbelkörper von kaudal her umsäumt, läßt sich mitunter ein feiner Faden weit nach rückwärts in das Gebiet der Vena magna verfolgen.

Dieser Darstellung, die sich an die bekannten Beschreibungen Reicherts, Retzius, Schwalbes und Obersteiners anschließt, kann man ergänzend noch anfügen, daß der Zirbelkörper die variantesten Formen annehmen kann und daß seine Größe keineswegs

mit dem Alter variiert. Die Zirbel des Neugeborenen erscheint mehr kugelig, die Zirbel im Alter mehr flachgedrückt. Auch die von Schwalbe hervorgehobene Kegelform läßt sich keineswegs allgemein finden. Mitunter zeigt sich in der Mitte dorsalwärts eine faltenförmige Erhebung, mitunter ist die Drüse kaudal in eine scharfe Spitze ausgezogen, mitunter stumpf und breit am Ende. Das Wesentlichste aber ist, daß sich absolut keinerlei Größenverhältnisse weder in bezug auf das Lebensalter, noch in bezug auf Körpergröße oder Körperumfang aufstellen lassen.

Entwicklungsgeschichtliches.

Während die vergleichend entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen über die Parietalorgane der niederen Vertebraten

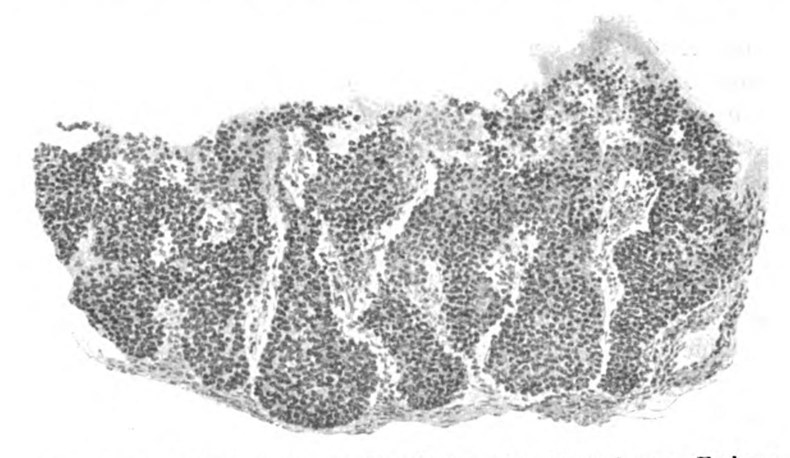


Fig. 2. Querschnitt durch die Zirbeldrüse eines 26 *cm* langen Embryo.

doch schon, wie aus den Darstellungen Studnickas und Kupfers zu ersehen ist, zu einem gewissen Abschluß gelangten, ist dies für die höheren Vertebraten noch keineswegs der Fall. Insbesondere sind die diesbezüglichen Verhältnisse beim Menschen noch ungeklärt und die wenigen bisher erhobenen Befunde gestatten nicht eine zusammenfassende entwicklungsgeschichtliche Darstellung zu geben. Nur so viel steht nach den bisherigen Untersuchungen sicher fest, daß die Epiphyse eine Ausstülpung des Daches des dritten Ventrikels ist, daß ein Parietalauge auch nicht mehr angedeutet vorkommen soll und daß schließlich auch die Paraphyse fehlt. Wenn man versucht,

aus embryologischen Präparaten Aufschluß über den Bau der Zirbeldrüse zu gewinnen, so wird man sich dazu Stadien des 3. und 4. Monates bedienen müssen. Mir selbst standen leider nur inkomplette Serien eines 23 und eines 26 *cm* langen Embryos zur Verfügung. Bei dem ersteren fanden sich radienförmig gestellte Tubuli (Fig. 2) um einen ziemlich weiten Recessus pinealis. Diese Tubuli sind durch Verbindungsbrücken aus Zirbelzellen miteinander verbunden (Querschnitt). Zwischen die einzelnen freien Tubuli senkt sich aus der zarten bindegewebigen Kapsel Bindegewebe zugleich mit Gefäßen in das Innere der Drüse. Der Recessus trägt ein ziemlich hohes Ependym. Bei dem älteren Embryo liegen die Verhältnisse nahezu gleich. Die Tubuli stehen dichter, sind gegen das Ende zu kolbig angeschwollen und was die Hauptsache ist, sie sind vollständig solide, während bei dem jüngeren Fötus noch gelegentlich ein Lumen sichtbar war. Auch das Bindegewebe ist dichter geworden. Die Zellen zeigen wenig Plasma und sind durchwegs gleich. Am Querschnitt in der Tiefe der Drüse treten die Tubuli quergetroffen auf und man sieht dann manchmal ein Bindegewebsseptum, wie von einem Kranz von Drüsenzellen umgeben. Nirgends zeigt sich auch nur die Spur eines Ausführungsganges der Drüse. Dieses letzte Stadium unterscheidet sich wenig mehr von der Anordnung der Zellen beim Neugeborenen, nur daß bei letzterem jede Dehiscenz zwischen den Tubuli durch dichteres Bindegewebe aufgehoben erscheint und die einzelnen Tubuli viel mächtiger und zelldichter geworden sind.

Die Drüse des Neugeborenen.

In der Form und in den Verhältnissen zur Umgebung zeigt die Drüse des Neugeborenen gegenüber jener des Erwachsenen kaum einen Unterschied. Man kann dies sofort an der Commissura habenularum bemerken. Diese Commissur trägt nämlich an ihrer dem Recessus pinealis abgewendeten Seite eine Kappe, die im wesentlichen aus Glia besteht. Auch diese Kappe ist von Ependym bekleidet, das sich kaudalwärts bis auf den Zirbelbeginn fortsetzt. Dort zeigt sich gewöhnlich eine zottige Ependymanhäufung, an welche sich kaudalwärts der Plexus chorioideus anschließt. Gegen die Habenula bildet diese Gliakappe oralwärts eine Nische, in welche das Ependym hineinwuchert und sich kielstreifähnlich über die ganze Oberfläche der Habenula, aller-

dings mit Unterbrechungen, fortsetzt. Lateral ist diese Gliakappe am stärksten entwickelt, sie ist jedoch auch medial deutlich vorhanden. Es ist wohl dasselbe, was bereits Reichert als Taenie des Plexus chorioideus beschreibt und was auch von Retzius bei seiner makroskopischen Darstellung der Verhältnisse der Zirbelgegend erwähnt: Jenes Gebilde, das die größte Menge von Hirnsand beim Erwachsenen aufnimmt und demnach wie eine Auflagerung aus „Träubchen" von Hirnsand imponiert. Dasselbe Gebilde ist auch von Dimitrowa beschrieben worden

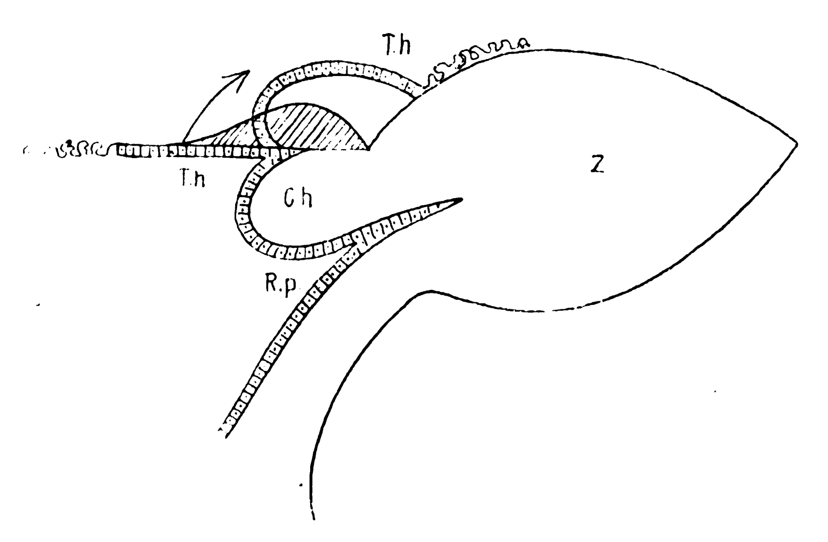


Fig. 3. Skizze zur Darstellung der Umlagerung der Taenia habenulae *(T.h.)*; *C.h.* Commissura habenularum; *R.p.* Recessus pinealis; *Z* Zirbeldrüse.

als couche névroglique, welche die Oberfläche der Drüse beim Menschen stellenweise bekleidet, wie dies tatsächlich der Fall ist, wenn diese Gliakappe weit kaudalwärts reicht.

Wenn man sich nun fragt, was diese eigentümliche Bildung zu bedeuten hat, die sich schon beim Neugeborenen findet und die beim Erwachsenen am frühesten die Spur der Degeneration aufweist, so unterliegt es keinem Zweifel, daß es sich um eine Fortsetzung der Taenia thalami handelt. Merkwürdig ist nur, daß diese Taenie an ihrer dorsalen Seite von Ependym bekleidet ist und daß sie mit ihrer Spitze kaudalwärts ragt. Doch erklärt sich dies leicht durch die Bildung des Recessus supra-

pinealis (Fig. 3). Durch diesen wird die anfänglich oralwärts gerichtete Spitze der Taenie nach rückwärts umgebogen, die dorsale Seite der Taenie verschmilzt dann sekundär mit dem Anfangsteil der Zirbeldrüse, während die ventrale, am Eingange zum Recessus suprapinealis gelegen, dorsalwärts gerichtet ist. Von großer Wichtigkeit erscheint mir für die pathologischen Verhältnisse auch das Verhalten des Ependyms zwischen Commissura habenularum und Taenia habenulae, wie die Gliakappe genannt sei, insbesondere die Bildung einer Art Kielstreif mit einzelnen isolierten Inseln von Ependymzellen.

Wie schon erwähnt, schließt sich kaudal an diese Taenie der Recessus suprapinealis. Die Zotten des Plexus schließen unvermittelt an die Ependymzellen. Es besteht beim Neugeborenen lateral ein von einem eigentümlich lockeren Bindegewebe erfülltes Spatium zwischen diesem Recessus und dem Zirbelkörper, medial dagegen fand sich dieses lockere Bindegewebe schlecht entwickelt. Am ehesten läßt sich dieses Bindegewebe dem myxomatösen vergleichen, mit dem es die größte Ähnlichkeit hat. Einzelne große epitheloide Zellen erinnern an Arachnoidealzellen. Auch pigmentführende Elemente finden sich dort. An beiden Seiten stößt dieses lockere Gewebe an derbes Bindegewebe; ventral an das, welches die Kapsel der Drüse bildet; dorsal an das, welches die Grundlage der Plexuszotten abgibt. In diesem letztgenannten Bindegewebe gelang es mir, eine eigenartige Bildung zu entdecken, die bisher keinerlei Beobachtung gefunden hat (Fig 4).

Ungefähr der Mitte des Zirbelkörpers entsprechend findet sich eng an das genannte Bindegewebe angeschlossen ein längsovales Gebilde *(G.p.)*. Dasselbe ist etwa ein Drittel so lang als die Zirbel und mäßig breit. Es ist eingeschlossen von einer zarten bindegewebigen Kapsel und besitzt im Innern ein dichtes Glianetz. Inmitten dieses Glianetzes finden sich ungleichmäßig verstreut bald mehr am Rande, bald mehr ventral, oral häufiger als kaudal deutliche Ganglienzellen. Ihre Form ist rundlich oder längsoval, sie sind ziemlich klein und tragen den mittelgroßen Kern gewöhnlich exzentrisch. Ihr Körper erscheint homogen und nimmt die Tinktion ziemlich gut an. Von dem kaudalen Ende dieses Ganglions geht ein typischer, gut entwickelter Nerv ab *(N.p.)*, dessen Schwannsche Kerne sehr dicht liegen. Es ist mir in

den bisher zur Untersuchung verfügbaren Präparaten nicht gelungen, zu entscheiden, ob derselbe markhaltig ist oder nicht. Er läßt sich ziemlich weit nach hinten verfolgen, ist jedoch, da die Präparate nicht weit hinter die Zirbel reichen, noch vor deren Ende abgeschnitten. Dieses Gebilde ist dann sehr schwer zu finden, wenn das Bindegewebe, das den Plexus mit der Zirbel verbindet, dichter geworden ist, allein es gelang mir trotzdem



Fig. 4. Sagittalschnitt durch Ganglion *(Ggl.p.)* und Nervus *(N.p.)* parietalis; *Pl.* Recessus suprapinealis; *Z* Zirbeldrüse.

auch beim Erwachsenen, wie später noch ausgeführt werden soll, Ähnliches nachzuweisen. Das Gebilde liegt ziemlich weit lateral und es erscheint mir darum höchst wahrscheinlich, daß jeder Seite ein selbständiges derartiges Organ entspricht.

Es ist mir nicht gelungen, in der Literatur etwas diesem Analoges zu finden. Mit dem Gebilde, das Favaro bei Bos taurus als Diaphyse beschreibt, läßt es sich keineswegs vergleichen; denn schon der Umstand, daß es sich bei letzterer um Drüsengewebe handelt, ferner daß diese Diaphyse der Epiphyse enge

angeschlossen liegt und sich kaudal kein Nerv zeigt, spricht dagegen. Ich glaube in diesem Gebilde am ehesten das Analogon zum Nervus parietalis und Ganglion pariteale der Reptilien gefunden zu haben. Der Nervus parietalis der Saurier nimmt bekanntlich seinen Ursprung aus dem Ganglion habenulae, respektive aus einer gangliösen Anschwellung am Gehirndache, die nach Beraneck „Noyau parietal" genannt wird. Daß es sich in dem bei mir gefundenen Ganglion um einen Gehirnteil handelt und nicht etwa um ein einem sympathischen Ganglion analoges Gebilde, beweist schon das Vorhandensein von Glia. Auch die Lage an der dorsalen Seite der Epiphyse spricht für meine Annahme. Auffallend ist nur, daß der Parietalnerv und sein Ganglion beim Neugeborenen noch vorhanden sind und daß sie, wie ich mich überzeugen konnte, sich auch noch später finden, während sie doch schon bei den Sauriern mitunter bereits am Ende des embryonalen Lebens zugrunde gehen. Allerdings hat Studnička in dem bindegewebigen Rest des Nerven bei Pseudopus wenigstens einzelne Nervenfasern erhalten gefunden.

Der Recessus suprapinealis bietet sonst keine weiteren Besonderheiten, seine Tiefe ist verschieden, doch überragt er in allen Fällen das kaudale Ende der Zirbel.

Ebenso wie der Recessus suprapinealis bietet der Recessus pinealis beim Neugeborenen eine Reihe von Besonderheiten. Diese betreffen ausschließlich die Verhältnisse des Ependyms. Während im Innern der Zirbel meist kubisch vorhanden ist, ist an der Habenula und am Schaltstück ein steter Wechsel der Zellen. Streckenweise kubisch, streckenweise hohes Zylinderepithel. Das letztere wechselt wiederum mit typischen becherzellenähnlichen Gebilden (Fig. 5). Außerdem finden sich insbesondere am Schaltstück lebhafte Proliferationsvorgänge der Zylinderzellen. Man sieht Kernteilungsfiguren und wie nach überstürzten Zellteilungen haufenweise angeordnete Zylinderzellen. Auch dieser Wechsel des zelligen Belages, der etwas ganz Unregelmäßiges ist, scheint bisher in der Literatur nicht erwähnt. Nur Professor Tandler teilte mir privatim mit, daß er bei seinen Untersuchungen am Geckogehirn Gelegenheit hatte, diesen Wechsel der Zellformen des Ependyms zu finden. Auch hier gibt es keine Übergänge, sondern die Zellformen stoßen einfach aneinander.

Was diese becherzellenähnlichen Gebilde bedeuten, ist schwer zu entscheiden. Vielleicht sind sie mit den Müllerschen Stützzellen vergleichbar und dienen der Stabilisierung der Gegend, die hier an den Zirbelstielen und am Schaltstück besonders notwendig erscheint. Doch ist dies eine Vermutung, die allerdings von erfahrenster Seite zuerst ausgesprochen wurde, von Professor Schaffer und Hofrat v. Ebner.

Fig. 5. *E* Ependym; *B* Becherzellähnliche Gebilde; *C* Cylinderzellen. (Ependympartie aus dem Schaltstück.)

Was nun die Drüse selbst anlangt, so erweist sie sich am Längsschnitt wie aus unregelmäßig großen Läppchen zusammengesetzt. Zwischen diesen Läppchen ist ein spärliches Bindegewebsgerüst. Die Blutgefäße jedoch sind reichlich. Glia findet sich hauptsächlich nur an der Basis der Drüse neben dem Recessus. Im Innern der Läppchen kann man nur wenige Gliakerne finden. Wenn man eines dieser Läppchen genauer betrachtet, so ergibt sich, daß sie aus nahezu gleichen Zellen zusammengesetzt sind, die nur ungleichmäßig gefügt erscheinen: gegen die bindegewebige Wand hin dicht, gegen das Innere zu locker. Es ist, wie wenn das Gebiet am Bindegewebe eine Matrix für Zellwucherungen bilde, die dann ins Innere abgestoßen werden. Wie gesagt, bieten aber die peripheren und zentralen Zellen in ihrem Bau keine wesentlichen Unterschiede. Das Plasma der Zellen ist überaus blaß tingiert, kaum erkennbar. Die Form der Zellen ist polygonal, offenbar durch die gegenseitige Lage beeinflußt. Ihre Größe übertrifft die der Ependymzellen. Das her-

vorstechendste Charakteristikum der Zelle ist der Kern. Dimitrowa, der wir eine ausgezeichnete Darstellung der feineren histologischen Verhältnisse der Zirbel verdanken, unterscheidet 4 Kernformen: 2 helle, 2 dunkle. Die hellen sind dadurch unterschieden, daß bei den einen die Kerngranula gröber sind, die zweiten dadurch, daß die Granula feiner sind. Die dunklen Kerne unterscheiden sich dadurch, daß die einen eine Granulierung erkennen lassen, während sie den anderen mangelt. Letztere Kerne gehören ohne Zweifel der Glia an, und für erstere ist es mir nach meinen Untersuchungen wahrscheinlich, daß sie nicht etwa verschiedenen Zellarten angehören, sondern verschiedenen Zellzuständen entsprechen. So entbehren die kindlichen Zirbeln zumeist der großen Kerne mit feiner Granulierung, während sie beim Erwachsenen häufiger zu finden sind. Die Kerne sind so charakteristisch, daß man aus ihnen allein imstande sein dürfte, die Diagnose von Zirbelzellen zu machen. Groß, meist längs oval, scharf konturiert ist ihr Rand von zackigen Granulis im ganzen Umkreise besetzt. Ähnliche, aber kleinere Granula im Innern sind oft radienförmig gelagert. Ein Kernkörperchen wird in der Regel vermißt. Die von Dimitrowa beim Erwachsenen beschriebenen eigenartigen Kernvakuolen habe ich bei Neugeborenen nie gefunden.

Einer eigenartigen Bildung, die besonders die Zirbel charakterisiert, muß schon hier gedacht werden, nämlich der Cysten, deshalb, weil schon beim Neugeborenen Cystenbildung zu beobachten ist. Gerade hier ist die Genese am leichtesten zu erkennen. Es ist nach dem vorhin Gesagten selbstverständlich, daß sich Cysten vorwiegend an der Basis finden werden, dort, wo die Glia am dichtesten ist. Hier kann man nun sehen, wie sich gelegentlich von außen her ein Gefäß einschiebt, wie dieses verödet und wie sich dann um dieses Gefäß herum eine beträchtliche Dehiszenz entwickelt (Fig. 6). Ferner, daß an den Rändern dieser Dehiszenz eine Verdichtung der Glia vorhanden ist, von welcher aus noch einzelne Speichen an den verödeten Gefäßstrang ziehen. Die Cysten scheinen nach diesem eben geschilderten Befund demnach malacische zu sein, durch langsame Verödung der Gefäße bedingt. Diese Gefäßverödung ist eine fötale und betrifft lediglich einzelne an der Basis der Zirbel befindliche. Allein auch im Innern der Zirbel scheinen

analoge Gefäßprozesse in frühester Kindheit Platz greifen zu können. Ich besitze Präparate eines 19 Monate alten Kindes mit einer Cyste im Innern des Zirbelkörpers. Auch sie ist von Glia umrahmt und enthält ein feines Netzwerk ohne jede Andeutung einer zellulären Bildung. An der einen Seite dieser Cyste liegt ein komplett verschlossenes Gefäß, dessen Thrombus bereits vollkommen organisiert ist. Bei der Häufigkeit, mit welcher luetische Kinder zur Obduktion kommen, wäre es allerdings möglich, daß diese Gefäßobliterationen mit Syphilis zusammenhängen, doch war dies bisher nicht zu entscheiden.

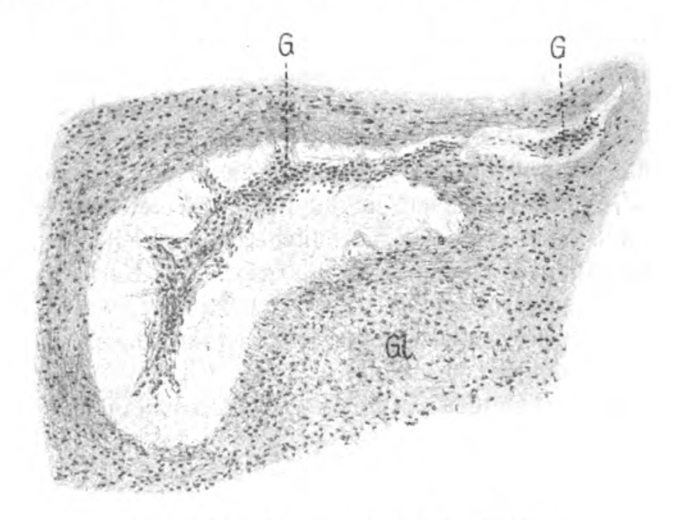


Fig. 6. Cystenbildung. *G* Gefäß; *Gl* Glia.

Jedenfalls ergeben schon die Untersuchungen von Neugeborenen, daß bezüglich des Zwischenhirndaches, was die Zusammensetzung desselben anlangt, ein qualitativer Unterschied auch mit den Verhältnissen bei den Reptilien nicht besteht, indem wir im Recessus suprapinealis offenbar das Analogon des Zirbelpolsters (Dorsalsackes) zu sehen haben, die Rudimente des Parietalnerven samt Ganglion den entsprechenden Teilen beim Saurier gleichen und schließlich die Zirbel an sich als Drüse offenbar dieselbe Bedeutung besitzt, wie jene beim Reptil. Verschieden ist in erster Linie die Stellung der Zirbel und damit die der Anhangsgebilde, die nicht wie bei den Reptilien

oralwärts, sondern kaudalwärts geneigt sind. Man wird nicht fehl gehen, diese Lagerung als etwas sekundäres zu bezeichnen, durch die Entwicklung insbesondere des Balkens einerseits, die geringere Ausbildung der Lobi optici anderseits veranlaßt.

Der Nachweis einer paraphysären Bildung beim Menschen ist mir nicht geglückt, doch ist deren Vorkommen einzelnen Autoren bei Säugern unzweifelhaft.

Die Drüse des Erwachsenen (Fig. 7).

Es scheint nach den übereinstimmenden Angaben der Autoren der Fall zu sein, daß die Zirbeldrüse schon vor der Pubertät die ersten Involutionserscheinungen aufweist. Angeblich zeigen sich Anzeichen der Involution bereits im 7. Lebensjahre. Ich selbst konnte solche schon in ziemlich vorgeschrittener Weise bei der Drüse einer Sechzehnjährigen konstatieren.

Am deutlichsten und wohl auch frühesten treten sie an der Taenia habenulae *(T.h.)* hervor. Diese besteht oft vollständig aus einer Anhäufung von Hirnsand. Bei der erwähnten Sechzehnjährigen fand sich der Hirnsand gleichfalls bereits an dieser Stelle in ziemlicher Ausbildung. Er ist so gelagert, daß er die Habenula vollkommen frei läßt und nur die äußere Oberfläche der Taenia habenulae erfüllt, weshalb der gesamte Ependymbelag hier meist geschwunden ist. Auch der Übergang der Taenie und ihre Verklebung mit der Zirbel ist von Hirnsand erfüllt. Deshalb erscheint es auch sehr schwer, beim Erwachsenen ein Urteil über die Anheftungsstelle des Plexus zu gewinnen. Meist fehlt neben dem Plexusbelag auch die bindegewebige Kapsel der Zirbel an deren Basis dorsal, und das Drüsengewebe liegt frei zutage. Dagegen kann man sich über die Verhältnisse des Recessus suprapinealis *(R.s.)* gut orientieren. Derselbe ist meist so tief, daß er in der Medianen die Zirbel weit nach hinten überragt. Lateral ist er durch ein lockeres Bindegewebe von der Zirbel getrennt, medial innig mit dieser verklebt. Während aber beim Neugeborenen das lockere Bindegewebe deutliche zelluläre Elemente erkennen läßt, ist dies beim Erwachsenen nicht mehr der Fall. Hier handelt es sich um ein derbes, faseriges Gewebe, dessen Fasern verbreitert und hyalin entartet sind und keine weiten Lücken zwischen sich lassen. Es war nun von großem Interesse zu sehen, ob in diesen lateralen Partien ventral am Recessus

ein ähnliches Gebilde zu finden sei wie beim Neugeborenen. Ich meine das Ganglion und den Nervus parietalis. Von vornherein war es klar, daß hier die Auffindung des Ganglion nicht so

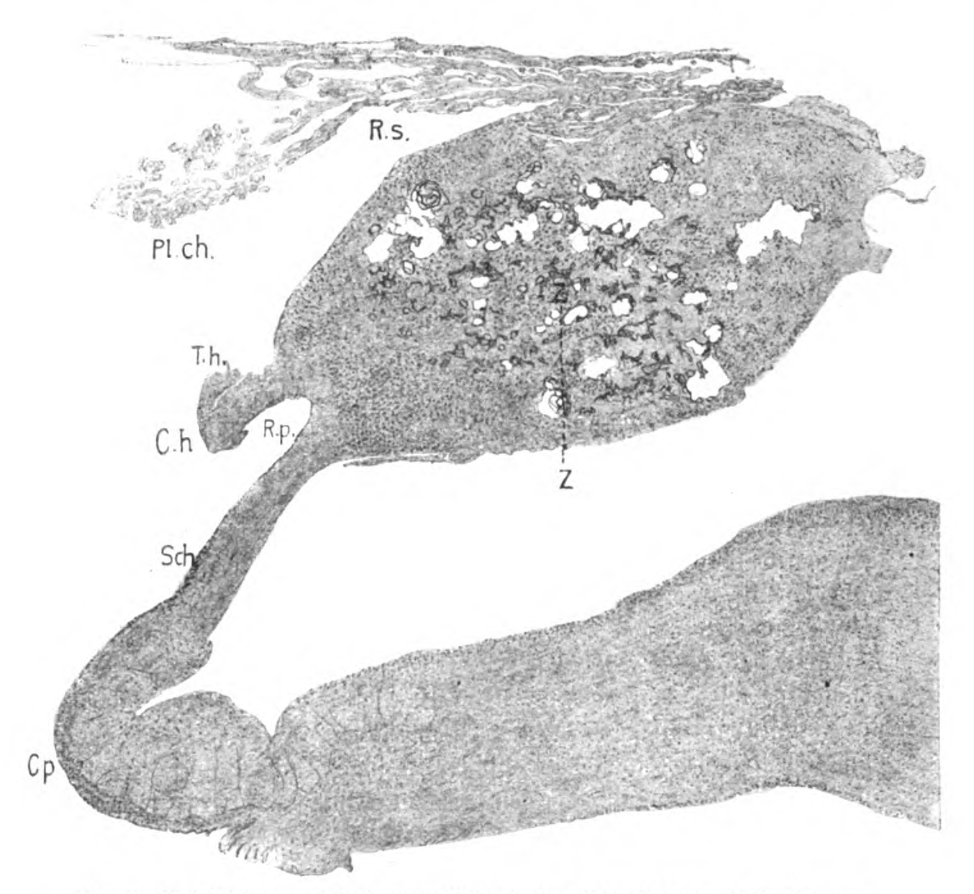


Fig. 7. Zirbeldrüse und Anhangsgebilde beim Erwachsenen. *C.h.* Commiss. habenularum; *C.p.* Commissura posterior; *Pl.ch.* Plexus chorioideus; *R.p.* Recessus pinealis; *R.s.* Recessus suprapinealis; *Sch.* Schaltstück; *T.h.* Taenia habenulae; *Z* Zirbeldrüse. Die Lücken im Gewebe sind durch ausgefallene Corp. arenacea veranlaßt.

leicht sein dürfte, da ja das Gewebe viel dichter war. Aber die genaue Lagebestimmung desselben beim Neugeborenen, seine charakteristische Form und die enge Beziehung zu dem Nerven ließ mich auch beim Erwachsenen ein analoges Gebilde finden.

Allerdings ist hier die Diagnose des Ganglion sehr erschwert. Denn sichere Ganglienzellen fanden sich in der knötchenartigen Anschwellung, die vollkommen isoliert im Plexusbindegewebe liegt, nicht mehr vor. Dagegen ist noch deutlich Glia nachweisbar und allerdings bereits auch in bindegewebiger Umwandlung der abgehende Nerv. Die Ausbildung dieses Restes des Ganglion parietale des Neugeborenen ist bei verschiedenen Individuen eine verschiedene. Insbesondere in einem Falle zeigte sich eine überaus lange schmale Gliamasse ohne scharfe Kapsel an der genannten Stelle, in einem zweiten Falle war es wiederum ein Gebilde, das am ehesten einem abgesprengten Stück der Zirbel vergleichbar war und den Gedanken einer Analogie mit Favaros Diaphyse aufkommen ließ. Auch zeigte es sich, daß das Organ beim Erwachsenen etwas kaudaler lag als beim Neugeborenen. Sicher erscheint das Eine, daß man es hier nicht mit einem noch funktionsfähigen Organ zu tun hat, sondern mit einem rudimentären Gebilde. Auch dieser Umstand spricht für die Bedeutung desselben als Ganglion und Nervus parietalis.

Im übrigen ist der Recessus suprapinealis, soweit er die Zirbel bedeckt, in seinen medialen Anteilen vollkommen mit deren Oberfläche verklebt. Oralwärts scheidet ihn nur eine dünne Bindegewebslage von der Drüse. Gegen die Mitte der Drüse zu (kaudalwärts) findet sich in fast allen Fällen ein Gefäßkonvolut, das die Oberfläche der Drüse ein wenig einbuchtet. Von hier aus ziehen die Gefäße teils in den Plexus, teils in die Drüse. Nach hinten von diesem Gefäßkonvolut wird die Verbindung des Plexus wieder eine mehr lockere, um gegen die Spitze hin sich ungefähr gleich zu verhalten wie lateral. In diesem lockeren Gewebe der Spitze sind zahlreiche Längsschnitte feiner Nervenstämmchen, die gegen die Zirbel ziehen, zu sehen.

Der Recessus pinealis *(R.p.)* bietet nicht so viele Besonderheiten dar als der Recessus suprapinealis. Nur eines sei hervorgehoben, daß er nicht immer in die Zirbel selbst eindringt, sondern daß diese mitunter an einem langen dünnen Schaltstück so angesetzt erscheint, daß dessen dorsales Ende mit der dorso-oralen Ecke der Zirbel zusammenstößt. Der Recessus fällt dann zwischen Habenula und Schaltstück. Die Habenula *(C.h.)* ist manchmal zu einem langen schmalen, zungenförmigen Läppchen ausgezogen. Dorsal wird sie von der Taenie *(T.h.)* durch die schon beim Neugebo-

renen erwähnten Ependyminseln getrennt. Es scheint sogar, als ob diese Ependyminseln mitunter besser entwickelt wären als beim Neugeborenen, indem sie sich dorsalwärts in die Taenie hinein fortsetzen. Das Ependym des Recessus pinealis zeigt nicht mehr jene deutlichen Differenzen wie beim Neugeborenen, doch ist es mir wiederholt geglückt, auch beim Erwachsenen sowohl an der Habenula als auch insbesondere am Schaltstück der Commissur Zylinderzellen zu finden. In letzterem Gebiete erscheint auch stellenweise die haufenförmige Anordnung der Zellen wieder.

Mit zunehmendem Alter tritt eine deutliche Zunahme der Bindesubstanzen der Drüse selbst hervor. Jene deutlichen Abgrenzungen in Läppchen, wie sie durch die dichtere Zellfügung am Rande beim Neugeborenen so charakteristisch ist, schwindet vollkommen und man ist in manchen Fällen absolut nicht in der Lage, den Charakter der Drüse zu erkennen. Das ist an jenen Stellen der Fall, wo das Bindegewebe eine diffuse Vermehrung erfahren hat und diese nicht gerade die größeren Septen betrifft. Wo letzteres der Fall ist, dann läßt sich freilich eine Abscheidung in Läppchen erkennen und die Drüse zeigt einen alveolären Bau. Es wurde bisher stets vom Bindegewebe gesprochen. Das ist so zu verstehen, daß die Grundlage der Septen derbfaseriges, nicht gerade zellreiches Bindegewebe bildet, an das sich eine sehr faserreiche Glia anschließt. Diese Glia ist nicht nur an der Basis der Drüse, sondern auch im Innern derselben recht reichlich entwickelt. Das Drüsengewebe wird durch die Zunahme der Bindesubstanzen sehr verkleinert, zumal die Fügung der Zellen der Drüse gleichzeitig ziemlich locker wird. Es kommt schließlich zur Bildung ganzer Gliaplaques, die einem oder mehreren Drüsenläppchen entsprechen können. Sie sind bereits von Dimitrowa erwähnt und erscheinen als eines der frühesten Zeichen der Drüseninvolution. Ein solcher Gliaplaque besteht vorwiegend aus faseriger Glia, die keineswegs dichtgefügt ist und in ihrem Innern mitunter noch einen oder den anderen Kern einer Drüsenzelle enthält.

In diesen Septen nun kommt es auch zu degenerativen Umwandlungen, die der Drüse ein ganz merkwürdiges Aussehen verleihen. Es findet nämlich eine Homogenisation der Septen statt, eine Umwandlung also, die man als hyaline bezeichnen könnte. Es tritt dies durch kräftige Tinction mit Eosin besonders hervor.

In diesem hyalinen Gewebe nun treten Kalksalze auf, welche dasselbe derart erfüllen, daß ganze Partien der Septen vollkommen verkalkt erscheinen. Diesen Umstand hat auch Lord bereits hervorgehoben und als nicht gerade selten beschrieben. Mitunter treten in den Septen homogene, rote Schollen auf, für die man als Ausgangspunkt deutlich zelluläre Elemente erkennen kann. Auch diese roten Schollen nehmen Kalksalze in sich auf und bilden schließlich Corpora arenacea. Solche homogen rote Schollen zeigen sich jedoch gelegentlich auch im Innern der Drüsenläppchen und auch hier kann man die zelluläre Genese derselben deutlich erkennen. Und auch hier entstehen durch Einlagerung von Kalksalzen Corpora arenacea daraus. Selbstverständlich können dieselben durch Apposition die verschiedenartigsten Formen gewinnen, am häufigsten Maulbeerform, seltener unregelmäßig kubische Form. Auch die Größe der Gebilde ist verschieden, indem sie mitunter nur wie ein Leukocyt, mitunter aber wie ein Drittel der Drüse groß werden kann. Für diese Art der Involution erscheinen zwei Stellen prädisponiert, die eine in der Nähe der Taenia habenulae, die andere im Innern der Drüse, nahe dem Zentrum. Es ist mir bisher an meinem Materiale nicht möglich gewesen, eine bestimmte Abhängigkeit dieser Involutionsart vom Alter und von gewissen Krankheiten festzustellen. Prädisponiert erscheinen nur die höheren Alter, die diese Bildungen reichlicher zeigen.

Was nun die Drüsenzellen selbst anlangt, so tritt das Plasma derselben hier etwas besser hervor als beim Neugeborenen. Eine feine Granulierung des Plasma, wie es Dimitrowa beschreibt, konnte ich mit den gewöhnlichen Fixierungsmethoden nicht feststellen. Dagegen erscheint das Plasma nicht selten vakuolisiert. Trotz seiner besseren Entwicklung kommt jedoch auch bei der Zelle des Erwachsenen dem Kerne die größte Bedeutung zu. Man kann auch hier die vier Formen wie beim Neugeborenen unterscheiden. Doch ist es sofort ersichtlich, daß eigentlich nur eine einzige Kernform besonders hervortritt, das sind die großen hellen Kerne mit der feinen Granulation, um bei Dimitrowas Einteilung zu bleiben. Man kann hier ganz deutlich sehen, wie die Kerne mit den gröberen Granulis in solche mit den feineren übergehen und weiters wie die letzteren vollständig abblassen und Kernschatten bilden, bevor sie ver-

schwinden. Man hat also in dem Hellerwerden des Kerns und der Bildung der feineren Granula offenbar ein Vorstadium der Involution vor sich.

Ob das, was Dimitrowa als Vakuolen im Kerninnern bezeichnet, dem degenerativen Prozeß angehört oder nicht, ist schwer zu entscheiden. Jedenfalls finde ich diese Vakuolen mit den gewöhnlichen Fixationsmethoden seltener, als es Dimitrowa beschreibt. Häufig scheinen mir Kernfalten solche vorzutäuschen. Sicher habe ich sie bei dem 16jährigen Kinde gefunden, aber auch in höheren Altern gelegentlich solche gesehen. Vielleicht sind die auffallend hellen Kerne, die ich als Vorstadien der Involution bezeichnete, solche mit Vakuolen, bei denen die Scheidewände der letzteren mangels ungenügender Fixation einfach verschwunden sind.

Trotz all dieser Involutionsvorgänge der Drüse ist nicht zu leugnen, daß bis in das höchste Alter hinein noch deutliche, vollkommen intakte Drüsenzellen vorhanden sind, die sicherlich, wenn überhaupt eine Funktion existiert, als funktionstüchtige angesprochen werden müssen.

Hier sei auch noch des Vorkommens von Pigment gedacht, das von verschiedenen Autoren erwähnt, und verschieden gedeutet wurde. Man glaubte nämlich in diesem Pigment einen Hinweis auf das Retinapigment des Parietalauges zu besitzen. Hier war wohl nur der Wunsch der Vater des Gedankens, denn das in der Zirbel vorkommende Pigment gehört meist den Bindegewebszellen an, das nach Obersteiner vom pialen Pigment herzuleiten ist, und ich bin mir an meinem Materiale nicht klar geworden, ob die Drüsenzellen überhaupt Pigment enthalten oder nicht. Und das bisher gefundene Pigment unterscheidet sich in nichts von dem in höheren Altern im Bindegewebe häufiger vorkommenden. Es ist nicht einmal besonders reichlich oder besonders gut entwickelt, wie in anderen Teilen des Zentralnervensystems.

Ferner mögen hier die Nervenfasern der Epiphyse Erwähnung finden. Es können freilich hier nur jene in Frage kommen, welche markhaltig sind, da die marklosen für die Pathologie bisher noch wenig Bedeutung haben. Deswegen seien hier nicht jene von Cajal nach der Golgischen Methode gefundenen Nervenplexus erwähnt, trotzdem ihre Bedeutung gewiß eine nicht zu unterschätzende ist. Sie sind sympathischer Natur. Auch Ganglien-

zellen finden sich zu diesem Plexus gehörig. Die markhaltigen Nervenfasern, die von verschiedenen Autoren beschrieben worden sind, scheinen mir am besten von Favaro dargestellt. Derselbe untersuchte vergleichsweise verschiedene Säugetiergruppen und fand zwei Züge: den einen nennt er Fasciculus praepinealis, den anderen Fasciculus pinealis. Der präpineale findet sich in einem der Taenia analog gelagerten Gebilde, dorsal von der Zirbel und kommt bei den höheren Säugern nicht mehr vor. Der pineale dagegen teilt sich in zwei Züge: die Fibrae pineales superiores, welche aus der Commissura habenularum zu kommen scheinen, in Wirklichkeit aber aus den Striae medullares, respektive den Ganglia habenulae und dem Thalamus selbst stammen. Die anderen, die sich aus der Commissura posterior entbündeln, sollen gleichfalls aus dem Thalamus und zum Teil aus dem Mittelhirn stammen. Ich kann diese Angaben, die Fibrae pineales betreffend, beim Menschen nur bestätigen (Fig. 8). An Sagittalschnitten sieht man sowohl aus der Commissura habenularum *(C.h.)* als auch aus der Commissura posterior *(C.p.)* Nervenfasern kaudalwärts ziehen, die sich ziemlich weit in das Gewebe der Zirbel verfolgen lassen und zwei Züge formieren, einen dorsalen und einen ventralen, die als Fibrae pineales superiores *(F.p.s.)* und inferiores oder posteriores *(F.p.p.)* zu bezeichnen sind. Neben diesen am Sagittalschnitt längsgetroffenen Fasern finden sich auch noch solche, die am Querschnitt längsgetroffen sind und von den Rändern der Zirbel dorsalwärts bis an das dorsale Ende derselben streben. Sie zeigen deutliche Beziehungen zur Commissura habenularum.

Es ist aus meinen Präparaten nicht so ersichtlich, aus welchem Gebiet diese Fasern ihren Ursprung nehmen. Nur in dem einen stimme ich mit Favàro überein, daß sie hauptsächlich aus oral gelegenen Partien stammen und daß von diesen Partien wiederum das Ganglion habenulae und die angrenzenden Thalamuspartien am meisten in Frage kommen. Wo immer Versuche gemacht wurden, diese Fasern beim erwachsenen Menschen zur Darstellung zu bringen, gelang dies. Dabei ist hervorzuheben, daß nicht einmal die Original Weigert-Methode zur Anwendung gelangte, sondern nur die Modifikationen nach Pal.

Schon beim Neugeborenen wurde einer Bildung in der Zirbel gedacht, die wohl als pathologisch zu gelten hat, aber in

ihrer relativen Häufigkeit einen gewöhnlichen Befund in der Zirbel des Erwachsenen bildet. Ich meine die Zirbelcysten. Es

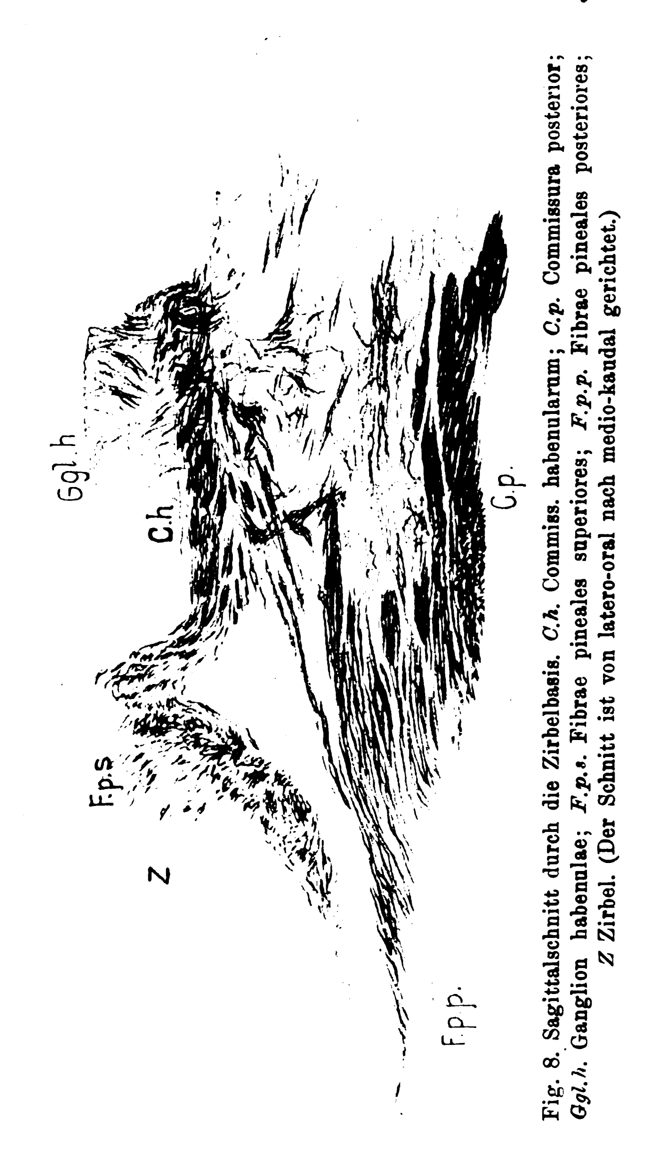


Fig. 8. Sagittalschnitt durch die Zirbelbasis. *C.h.* Commiss. habenularum; *C.p.* Commissura posterior; *Ggl.h.* Ganglion habenulae; *F.p.s.* Fibrae pineales superiores; *F.p.p.* Fibrae pineales posteriores; *Z* Zirbel. (Der Schnitt ist von latero-oral nach medio-kaudal gerichtet.)

ist allerdings unverkennbar, daß diese Bildungen mit dem höheren Alter zunehmen, aber sie kommen auch in mittleren und jugend-

lichen Altern vor. Sie scheinen sich wenigstens in der Mehrzahl der Fälle aus den bereits geschilderten Gliaplaques zu entwickeln. Im Zentrum schmelzen diese ein, offenbar infolge zu geringer vaskulärer Ernährung. Am Rande verdichten sie sich und so entsteht ein mehr minder großer Hohlraum, mitunter nur ein länglicher Spalt. Solche Hohlräume finden sich ganz ungleichmäßig in der Zirbel verteilt, fließen mitunter ineinander und vergrößern sich dadurch. Im Innern findet man entweder ein

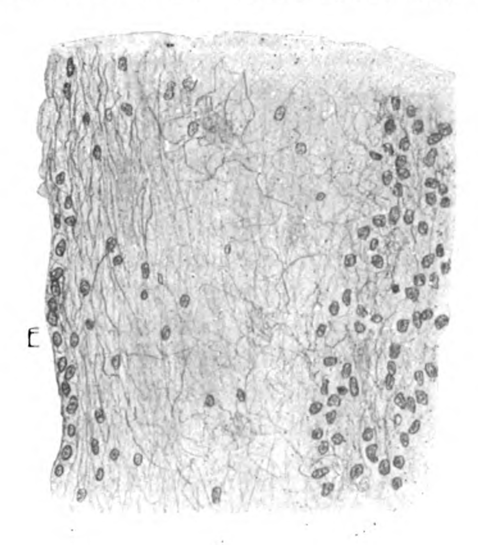


Fig. 9. Cystenwand. *E* Ependymzellen; an diese anschließend ein Gliafilz.

feines fädiges oder körniges Gerinnsel oder noch einzelne Gliafäden mit abgeblaßten nekrotischen Kernen.

Es hat den Anschein, daß neben diesen in ihrer Genese und in ihrem Bau vollkommen klaren Cysten noch eine zweite Art in der Zirbel vorkommt. Man findet nämlich gelegentlich an der Innenseite der gliösen Cystenwand zellige Elemente (Fig. 9), die eine große Ähnlichkeit mit den Ependymzellen besitzen. Diese Cysten liegen auffallend zentral, ein Umstand, der mir neben dem Ependymbelag für ihre Genese von einiger Bedeutung scheint. Man kann nämlich mitunter finden, daß der Recessus pinealis nicht einen einfachen Blindsack darstellt, sondern daß er Ausstülpungen besitzt, Recessustaschen. Diese Taschen

erscheinen mitunter auch isoliert abgeschnürt und es wäre wohl möglich, daß eine solche Recessusausstülpung die Matrix für die Bildung einer Zirbelcyste abgibt. Der überaus seltene Befund von zellulären Elementen als Wandbekleidung der Cysten aber macht es wahrscheinlich, daß eine solche Genese nur zu den Seltenheiten gehört.

Von einigen Autoren werden als Cysten auch jene Hohlräume der Zirbel bezeichnet, die durch das Herausfallen der Corpora arenacea entstehen (*cf.* Fig. 7). Daß man derartige artefizielle Bildungen nicht als Cysten bezeichnen kann, liegt auf der Hand. Ihre Ränder sind auch so zerrissen, der Gliasaum so unvollständig, daß dies allein schon gegen eine solche Auffassung spricht.

Anhangsweise sei hier bemerkt, daß die Veränderungen im höheren Alter sich nur graduell von jenen unterscheiden, die sich schon beim Erwachsenen finden. Die Involution des Organes ist allerdings eine wesentlich vorgeschrittenere. Sie erfolgt selbstverständlich auf Kosten des Drüsengewebes, doch sei hier besonders hervorgehoben, daß selbst im höchsten Alter immer noch normales Drüsengewebe zu konstatieren war. Auffällig sind im Alter besonders zwei Erscheinungen: die Vermehrung der Corpora arenacea und die Verkalkung der bindegewebigen Septen.

Zusammenfassung.

Wenn man in Kürze jene Momente der normalen Anatomie noch einmal hervorhebt, welche für die Pathologie des Organes besonders in Frage kommen können, so ist dies in allererster Linie das Verhalten der Taenie, die sich, wie erwähnt, an der Commissura habenularum fortsetzt und lediglich aus Glia besteht. An der Taenie sind drei Umstände wichtig: 1. ihre Umstülpung kaudalwärts bei der Bildung des Recessus; 2. das Verhalten des Ependyms, das wie ein Kielstreif sich zwischen Taenie und Habenula eindrängt und gelegentlich zu kleinen Inselbildungen in der Taenie selbst führt; 3. die frühzeitige Involution der Taenie, die schon in der späteren Kindheit durch Aufnahme von Sandkörperchen zum Ausdruck kommt.

Von besonderer Wichtigkeit erscheinen auch die Anheftungsverhältnisse des Plexus, die keinesfalls leicht darzustellen sind. Die Taenie verschmilzt mit ihrer kaudalen Spitze gewöhnlich mit der Zirbel und so kommt es, daß die Anheftung des Plexus

bereits an der Zirbelbasis zu suchen ist. Er verklebt dann breit mit der dorsalen Oberfläche der Zirbel, und zwar vorwiegend medial, und von seiner Unterfläche senken sich Gefäße ins Zirbelgewebe. Lateral ist er von diesem durch lockeres Bindegewebe getrennt, in welch letzterem sich ein als Ganglion parietale und Nervus parietalis bezeichnetes Gebilde findet, dessen Bilateralität allerdings nicht sicher erwiesen ist.

Ferner sind die Ependymverhältnisse an der Commissura habenularum sowie an der Commissura posterior bemerkenswert, da es sich hier nicht immer um die normalerweise vorhandenen kubischen Ependymzellen handelt, sondern an deren Stelle sich gelegentlich auch Zylinderzellen und becherzellähnliche Gebilde finden. In der Zirbel selbst sind die Einschmelzungen des Drüsengewebes, die schon in der allerersten Kindheit vorkommen, und durch Gefäßverödung bedingt sind, hervorzuheben, die daraus entstehenden Gliaplaques und die wiederum auf dem Boden der letzteren sich entwickelnden Cysten.

Pathologisches.

Cystenbildung.

Wie aus der Darstellung der normalen Verhältnisse hervorgeht, kann man bei der Zirbel zwei Arten von Cysten leicht auseinanderhalten: Die erste Art, die häufigere, leitet sich von einem Involutionsprozeß der Drüse her (Fig. 6). Es kommt zur Bildung von plaqueartigen Gliamassen, die sich allmählich vergrößern. Durch Verschluß der zuleitenden Gefäße bilden sich nun im Innern der Plaques Höhlen, die ihrerseits wieder allmählich an Größe gewinnen und die so zahlreich sein können, daß der größte Teil des Zirbelgewebes aus solchen Cysten zusammengesetzt erscheint. Letztere sind sofort dadurch zu erkennen, daß in ihrer Wand zellige Elemente als Innenauskleidung fast vollkommen vermißt werden. Gelegentlich findet sich ein oder die andere Gliazelle an der Wand, die nie den Gedanken aufkommen läßt, daß sie ein Teil einer Innenauskleidung wäre. Solche Cysten finden sich bereits beim Neugeborenen, häufiger aber beim Erwachsenen und im höheren Alter. In allen Fällen zeigte sich zwischen den Cysten noch normales Drüsengewebe.

Die zweite Art von Cysten (Fig. 9), die gleichfalls in größerer Anzahl das Zirbelgewebe durchsetzen können, sind Ependymcysten.

Es unterliegt kaum einem Zweifel, sie aus dem Recessus pinealis herzuleiten. Es wurden bei der Beschreibung der normalen Verhältnisse bereits die eigentümlichen Taschenbildungen erwähnt, die sich weit in das Zirbelgewebe erstrecken. Es scheint nun, als ob diese Taschen zum Ausgangspunkt von Zirbelcysten werden können, sei es durch Abschnürung oder durch Einwuchern von Glia vom Rande her. In solchen Cysten läßt sich immer ein, wenn auch unvollkommener Ependymbelag als Wandbekleidung feststellen. Im übrigen lassen sich jedoch auch diese Cysten nicht von jenen gliösen unterscheiden, deren Wand lediglich durch einen dichten Gliafilz dargestellt wird.

Es erscheint bei den verschiedenen Autoren, die sich über die Cystenbildung äußern, nicht besonders hervorgehoben, welcher Art die Cysten sind. Sie sind seit langem bekannt, vor Virchow schon beschrieben worden, doch von letzterem eigentlich der allgemeinen Kenntnis näher gerückt worden. Letzterer spricht von einem Hydrops cysticus glandulae pinealis. Es ist wohl für die Ependymcysten leicht ersichtlich, daß sie einen flüssigen Inhalt besitzen können. Weniger leicht für die anderen, wo er einzig und allein durch Verflüssigung des nekrotisch zerfallenden, einschmelzenden Gewebes entstehen könnte. Man müßte dann annehmen, daß die Cysten, die zu einem wahren Hydrops der Drüse führen, eben Ependymcysten sind, bei welchen eine große Steigerung des flüssigen Inhaltes verständlicher wäre. Doch wie gesagt, geht das aus den Darstellungen der Autoren nicht hervor. Solche Cysten beschreiben ferner, ohne daß sie klinische Erscheinungen gemacht hätten: Garrod, Russel und Campbel. Letzterer hat sich offenbar durch das Vorhandensein von Pigment in der Cystenwand neben kubischen Zellen zur Annahme verleiten lassen, daß es sich vielleicht um Rudimente des Parietalauges handle. Es geht wohl nach dem beim Normalen Ausgeführten nicht an, eine derartige Deutung gelten zu lassen, zumal Pigment sowohl in den Bindegewebszellen der Zirbel sich findet, als auch in Zirbelzellen beschrieben wird, nicht zu vergessen der Möglichkeit haematogener Genese bei so weitgehenden Veränderungen. Während die eben genannten Autoren doch in der Cystenbildung etwas Pathologisches erblicken, hält Lord dieselbe für einen normalen Befund, trotzdem er das Degenerative des Prozesses anerkennt. Er will wohl damit nur hervorheben, daß es sich um

normale Involutionsprozesse handelt, die keinerlei klinische Äußerungen zur Folge haben brauchen.

Allein es gibt eine Reihe von Fällen, die von diesem Verhalten abweichen und klinisch schwere Erscheinungen hervorrufen. Der jüngste dieser Fälle ist der von Joukowsky beschriebene. Er fand eine solche Cyste bei einem 23 Tage alten Kind mit einem starken Hydrocephalus, der offenbar dadurch bedingt war, daß die Cyste der Zirbel den Aquädukt komprimiert hatte. Klinisch zeigte sich auffallende Apathie, Temperaturabfall ante mortem und schließlich wird eine besondere Größe des Körpers, die dem Alter nicht ganz entspricht, hervorgehoben. Leider ist über den Charakter der Cyste nichts geäußert. Einen ähnlichen Fall beschreibt Bouchut. Er findet bei einem 2 Jahre alten Kind mit einem Riesenhydrocephalus eine Cyste im dritten Ventrikel, keine Zirbelreste mehr, doch ist die Herkunft des Tumors fraglich. Bei Erwachsenen wurden solche cystöse Zirbeltumoren von M. Neumann und Nieden beschrieben. Der erstere beschreibt einen Hydrops cysticus der Glandula pinealis, bei dem das äußere Blatt der Cystenwand mit dem Ependym in Verbindung war und Zirbelreste nicht mehr gefunden wurden. Es bestand eine Thymuspersistenz und eine Thyreoideavergrößerung, dabei schwere Tumorsymptome. Da in diesem Fall aber noch ein Neurogliom des Aquäduktes vorhanden war, so ist es schwer zu entscheiden, worauf die klinischen Erscheinungen zu beziehen sind.

Leichter ist dies bei der Beobachtung von Nieden. Hier hatte eine 35jährige Frau eine walnußgroße, im dritten Ventrikel befindliche Geschwulst. Sie war gebildet durch eine cystoide Entartung der Zirbel, die 20 bis 25 Cysten zeigte. Die einzelnen Cysten waren durch Bindegewebe voneinander geschieden und letztere mit einer serösen Membran bekleidet. Leider ist aus der kurzen Darstellung nicht ersichtlich, ob es sich wirklich um Bindegewebe oder um Glia handelte, was damals (1879) noch promiscue gebraucht wurde. Selbstverständlich ist auch nicht zu sagen, was die seröse Membran zu bedeuten hat, ob sie vielleicht nur der Ausdruck einer ependymösen Wandbekleidung ist oder eine andere Bedeutung besitzt. Es fand sich in der Cyste weder Sandkornbildung noch restierende Partikel von Entozoen(?). Klinisch sei, abgesehen von den Herd- und Allgemeinerscheinungen,

auf die von Nieden besonders betonte schlechte Ernährung und Anämie hingewiesen, ferner auf den Decubitus, Dinge, die als durch den Tumor veranlaßte trophische Störungen vom Autor aufgefaßt werden.

Teratome der Zirbel.

Es ist auffällig, wie gerade bei der Zirbel nicht gar selten teratoide Bildungen beschrieben werden, die eigentlich alle ganz den gleichen Typus aufweisen. Die klassische Beschreibung Weigerts könnte mit geringen Abweichungen für alle bisher gefundenen Tumoren gelten und da mir eigene Erfahrungen über Teratome fehlen, so sei von dieser Beschreibung ausgegangen. Die Tumoren finden sich vorwiegend bei jugendlichen Individuen. Sie haben eine Größe von nahezu 4 *cm* in Längs- und Höhendurchmesser und sind stets im vorderen Abschnitt der Zirbel gelegen, so daß sie sich zwischen die Thalami einsenken. Dieser Umstand wurde verwertet, um die Herkunft der genannten Tumoren zu erklären. Man wies auf die bei niederen Tieren vorhandene Stellung der Zirbel hin, deren dorsales Ende nicht kaudalwärts, sondern oralwärts liegt. Was die Zusammensetzung der Tumoren anlangt, so bestehen sie nach Weigert aus Cysten mit Zylinder- und Pflasterepithel; ferner aus Haaren, Knorpel, Talgdrüsen, Fettgewebe, glatten Muskelfasern. Weiters finden sich auch Achsenzylinder und Drüsen, die wie entartete Schweißdrüsen aussehen und vielleicht als Bildungsdrüsen der Zirbel aufzufassen sind. Von Zirbelsubstanz ist ein Rest vorhanden. Klinisch findet Weigert bei dem 14 Jahre alten Knaben keine Besonderheiten, abgesehen von starker Abmagerung und Decubitus. Coats beschreibt ein Adenoidsarkom mit Knorpel bei einem 13 Jahre alten Knaben, in welchem er gleichfalls drüsige und epitheliale Strukturen findet, ferner Knorpel und Muskel, so daß es wohl keinem Zweifel unterliegt, daß auch hier eine teratoide Bildung vorhanden ist. Klinisch ist, abgesehen von den allgemeinen Tumorerscheinungen und den Lokalsymptomen, hervorgehoben, daß Gesicht und Haut „flushed full and puffy" waren und die Fingernägel sehr brüchig erschienen. Zwölf Jahre alt war der Knabe, bei dem Gauderer ein Teratom fand. Auch hier war normale Drüse erhalten, doch werden die Zellen als etwas größer beschrieben, als normal, von adeno-

matösem Charakter. Es ist auffällig, daß der Autor im Chiasma eine Art Metastase fand, bei welcher allerdings eine Ähnlichkeit mit den beschriebenen Zirbelzellen nicht geleugnet werden kann. Sie wird als Kontaktmetastase gefaßt. Von trophischen Störungen sind bei diesem 12jährigen Knaben eigentlich keine zu erwähnen. Lediglich Vasomotorenstörungen sind hervorgehoben. Anders in dem Falle Gutzeits. Hier hatte sich bei dem $7^3/_4$ Jahre alten Knaben, der kräftig gebaut und gut genährt war und bereits reichliche Crines pubis zeigte, ein typisches Teratom gefunden. Gutzeit ist der Autor, welcher das Wachstum der Tumoren nach vorne durch Beibehalten der ursprünglichen Lage der Zirbel erklärt wissen will. Letzteres kommt dadurch zustande, daß eine Belastung durch einen abnormen Keim an der Vorderseite der Zirbel deren Lageveränderung verhinderte. Cyril Ogle fand dann ferner bei einem 6jährigen Knaben, der an einem Teratom der Zirbel litt, abgesehen von den Tumorerscheinungen, trophische Störungen, ähnlich den von Gutzeit beschriebenen, nur mit einer Steigerung, die darin bestand, daß der Knabe, dessen Testikel einem 16 bis 17 Jahre alten Burschen entsprachen, lebhaft masturbierte. Ogle weist schon auf die auffallende Schlafsucht und die nutritive Störung als Zirbelsymptome hin.

Der in dieser Beziehung fortgeschrittenste Fall ist jener von Oestreich und Slawyk. Es ist Askanazy vielleicht beizupflichten, daß er diesen Fall den Teratomen zurechnet, wenn er auch in gewisser Beziehung davon abweicht. Ja es hat den Anschein, als ob die von den Autoren im Tumor beschriebenen Cysten lediglich den Ependymcysten der Zirbel zuzurechnen sind. Jedenfalls ist aber der Tumor, seine teratoide Natur zugegeben, keineswegs genau so zu bewerten wie die bisher beschriebenen Teratome. Dazu fehlen ihm doch zu viele der dermoiden Elemente. Viel wichtiger ist es, von der Natur des Tumors abzusehen und statt dessen sich ein wenig mit den Erscheinungen zu befassen, die er hervorgebracht hat. Sie schließen sich eng jenen von Gutzeit und Ogle beschriebenen an, übertreffen sie aber in wesentlichen Punkten. Der 4 Jahre alte Knabe zeigte seit seinem 3. Jahr ein auffallendes Körperwachstum, starken Knochenbau, kräftige Muskulatur, reichliches Fettpolster. Neben den Tumorerscheinungen, die sich allmählich ausbildeten, zeigten sich die Mammae hypertrophisch. Sie sonderten Kolostrum ab. Die

Testikel waren taubeneigroß. Die Crines pubis reichlich und 1 *cm* lang, der Penis hatte eine Länge von 8 *cm*. Die Autoren faßten das Ganze als partielle Akromegalie auf und konnten, abgesehen von der Zirbelerkrankung, keine andere Affektion einer Drüse finden.

Zwei weitere Fälle solcher Teratome wurden von P. Neumann und Askanazy beschrieben. Bei ersterem handelte es sich um einen 27jährigen Knecht, der, abgesehen von den Lokal- und Allgemeinsymptomen, keinerlei trophische Störungen bot. Im Falle von Askanazy hatte ein 19jähriger Mechaniker gleichfalls keinerlei Erscheinungen, wie sie in den Fällen von Gutzeit, Ogle und Oestreich und Slawyk bestanden. Dagegen hat Askanazy in seinem Tumor eigenartige Zellbänder gefunden, die im Zusammenhang mit Glykogenbefunden und eigenartigen Zellformationen den Autor veranlassen, hier ein primäres Chorionepitheliom der Zirbel anzunehmen. Es ist gegen diese mit vielen Argumenten belegte Annahme nichts einzuwenden, obwohl die Abbildungen vielfach den Charakter eigenartig veränderter Zotten des Plexus choriodeus wiedergeben; doch ist eine Verwechslung mit letzterem bei einem Forscher wie Askanazy ausgeschlossen. Er geht aber weiter und führt die Teratome als Bildungen auf, die sich aus einem einzigen, in frühester Entwicklungsperiode in die Zirbel gelangten Keim entwickeln. Und diese letztere Annahme scheint mir für die Erklärung teratoider Bildungen in der Zirbel nicht unumgänglich notwendig. Man darf nicht vergessen, daß die Zirbelanlage auch bei den Säugern sich nach zwei Richtungen hin differenziert. Nach der einen Seite hin entwickelt sich die Zirbeldrüse, nach der anderen Seite hin sind auch beim Menschen noch Rudimente des Parietalauges unverkennbar. Als solche möchte ich in erster Linie die von mir gefundenen nervösen Anteile desselben, das Ganglion parietale und den Nervus parietalis bezeichnen. Wenn man nun weiter ins Auge faßt, daß sich die Teratome immer nach vorne, oralwärts entwickeln, also gerade dort, wo die zum Parietalauge gehörigen Teile sich befinden und wenn man des weiteren den Befund nervösen Gewebes in den Teratomen heranzieht, den schon Weigert erhoben hat, so glaube ich, daß es gar nicht zu weit gegangen ist, diese teratoiden Bildungen in Zusammenhang zu bringen mit den Anlagen für das Parietal-

auge. Insbesondere scheint mir die auch von Askanazy herangezogene Beobachtung von Eberth dafür zu sprechen, der an der Innenfläche der Dura mater einen kleinen Tumor fand, der nervöses Gewebe neben Fett und Muskulatur sowie Lymphgewebe aufwies. Gerade dieser Fall zeigt, daß an verschiedenen Stellen im Gebiete der Anlage des Parietalauges solche Teratombildungen vorkommen können.

Es erscheint mir jedoch wesentlicher als der Nachweis der Genese der Teratome der Umstand, daß gerade bei den teratoiden Bildungen gelegentlich trophische Störungen ganz bestimmter Art auftreten. Um es vorweg zu nehmen, es handelt sich im wesentlichen um eine genitale Hypertrophie. Bald angedeutet, wie in dem Falle von Gutzeit durch das Vorhandensein der Crines, bald voll entwickelt wie bei Slawyk und Oestreich. Wenn man sich der Meinung Askanazys anschließt, so würde dieses Wachstum im wesentlichen abhängig sein von dem Charakter der Geschwulst. Diese wirke wie ein Fötus im Fötu und bringe auf diese Weise die genannten Störungen hervor. Es wird sich empfehlen, bei der Beurteilung dieser Frage zunächst das Alter der 3 positiven Fälle ins Auge zu fassen. Slawyk und Oestreichs Beobachtung betrifft einen 4jährigen Knaben, die von Ogle einen 6jährigen, die von Gutzeit einen 7³/₄jährigen Knaben. Alle Fälle über dieses Alter hinaus haben keinerlei derartige Erscheinungen mehr geboten. Dabei ist noch das eine bemerkenswert, daß sich der Fall von Oestreich und Slawyk am weitesten von den teratoiden Bildungen entfernt und daß es nur der Darstellung Askanazys zu danken ist, wenn ich die Diagnose Teratom auch hier anwende. Es geht wohl kaum an, wenn man die Wachstumsstörungen auf das Teratom bezieht, daß diese in 3 Fällen von Teratom gefunden werden, während man sie in 4 weiteren Fällen nicht mehr findet. Es ist nun ferner auffällig, daß gerade die 3 positiven Fälle in jene Zeit fallen, wo die Zirbel funktionsfähiges Material enthält, während die anderen sich in Altern finden, wo die Zirbel bereits der Degeneration anheimfällt. Denn es ist ziemlich allgemein angenommen, daß diese Degeneration mit dem 7. Lebensjahre einsetzt. Es wird darum nicht zu weit gegangen sein, wenn man die Wachstumsstörung bei den Teratomen der Zirbeldrüse auf die Zirbeldrüse selbst bezieht und wenn man in der genitalen Hypertrophie ein

Zeichen der Zirbelerkrankung erblickt im Sinne einer vorzeitigen Verminderung des drüsigen Gewebes. Es ist nun freilich auffällig, daß man solche Fälle mit genitaler Hypertrophie ohne Teratome bisher nicht beobachtet hat, obwohl, wenn man Andeutungen gelten läßt, vielleicht auch die von Joukowsky hervorgehobene, allgemein gute Entwicklung des 23 Tage alten Kindes mit Zirbelcysten hier zu verwerten wäre. Ich selbst verfüge über einen allerdings nur klinisch beobachteten ganz analogen Fall, wie ihn Slawyk und Oestreich beschrieben haben; so analog in bezug auf die trophischen Störungen und die frühzeitige Entwicklung, daß ich von einer genaueren Schilderung hier absehe. Der Knabe bot nichts, was eine Hirngeschwulst auch nur hätte ahnen lassen. Die Drüsen, die einer Untersuchung zugänglich waren, erwiesen sich als völlig normal, abgesehen natürlich von der Entwicklung der Testikel. Auch die Hypophyse schien nicht vergrößert, da der Röntgenbefund diesbezüglich negativ war. Möglicherweise handelt es sich in solchen Fällen, die nicht vereinzelt stehen, um Unterentwicklungen der Zirbeldrüse. Allein das ist eine Annahme, die nicht zu beweisen ist. Wenn Askanazy Fälle zitiert, in denen bei Tumoren in anderen Organen solche lokalisierte Hypertrophien sich zeigten, so beweist das für oder gegen die Bedeutung der Zirbel nichts, da wir ja heute bereits über eine Reihe von Beobachtungen verfügen, in denen Läsionen der verschiedensten Organe einen gleichen Effekt hervorbrachten.

Wenn ich also resümierend das für die Teratome Angeführte zusammenfasse, so glaube ich, daß man für die Genese derselben als Ausgangspunkt die Anlage des Parietalauges annehmen kann. Ich glaube dies durch meinen Befund des Ganglion und Nervus parietalis begründen zu können, ferner durch den Umstand der charakteristischen Lage der Teratome. Bezüglich ihrer klinischen Äußerungen möchte ich, immer abgesehen von den Allgemein- und Lokalsymptomen, als spezifisch das gelegentliche Vorkommen von genitaler Hypertrophie erwähnen, das abhängig zu sein scheint von der frühzeitigen Vernichtung aktionsfähigen Zirbelgewebes, deshalb, weil die positiven Fälle sich nur bis zum 7. Lebensjahre finden.

Zusammengesetzte Geschwülste.

Wenn irgendwo, so ist es bei dieser Art von Tumoren, die aus verschiedenartigen Geweben eines Keimblattes bestehen und darum zusammengesetzte Geschwülste heißen, am besten ersichtlich, wie notwendig die Kenntnis der normalen Verhältnisse der Zirbel und des diese umgebenden Gebietes ist. Hiefür stand mir eine eigene Beobachtung zur Verfügung (vgl. Wiener med. Wochenschrift 1907 Nr. 52 und 1908 Nr. 48), deren genauere histologische Untersuchung allein ihre Deutung ermöglichte. Es erschien sehr schwer, ähnliche Fälle aus der Literatur heranzuziehen, obwohl ich überzeugt bin, daß diese unter verschiedenen Bezeichnungen häufiger beschrieben wurden, als in folgendem angeführt wird. So möchte ich das von Friedreich beschriebene hämorrhagisch kystomatöse Psammom der Glandula pinealis in Kombination mit Medullarsarkom dahin rechnen. Desgleichen das von Turner beschriebene Spindelzellsarkom. Letzteres deshalb, weil es typische epithelausgekleidete Räume enthält, daneben angeblich carcinomatöse Strukturen, die er aber selbst als Nester von Zirbelzellen auffaßt. Ferner gehört hierher ein Tumor, den Nothnagel als Gliom bezeichnet und den ich nur deshalb dieser Gruppe anfüge, weil das klinische Bild des Falles nahezu porträtähnlich die Erscheinungen meiner eigenen Beobachtung wiedergibt. Ein gleiches gilt für eine von Müller nur klinisch mitgeteilte Beobachtung (Fall 3), die so viel Ähnlichkeit mit dem eigenen Falle bietet, daß man auch hier eine ähnliche pathologische Veränderung wird annehmen dürfen. Es ist schwer, aus den Sarkomen oder Carcinomen, aus den Gliomen und Gliosarkomen Fälle herauszugreifen, die dieser Gruppe zuzurechnen sind. Es fällt aber bei all diesen auf, daß die wenigsten den Charakter, den die genannten Geschwülste sonst darbieten, besitzen und Abweichungen zeigen, die sehr den Gedanken nahelegen, daß es sich doch um zusammengesetzte Geschwülste handelt.

Man kann an einem Querschnitt durch die Mitte eines solchen zusammengesetzten Tumors (Fig. 10), wie mein Fall zeigt, deutlich drei übereinandergelegene Schichten erkennen. Die dorsalste stellt echtes Zirbelgewebe dar. Es zeigt sich, daß die Zirbelzellen der Mehrzahl nach nichts vom Normalen Ab-

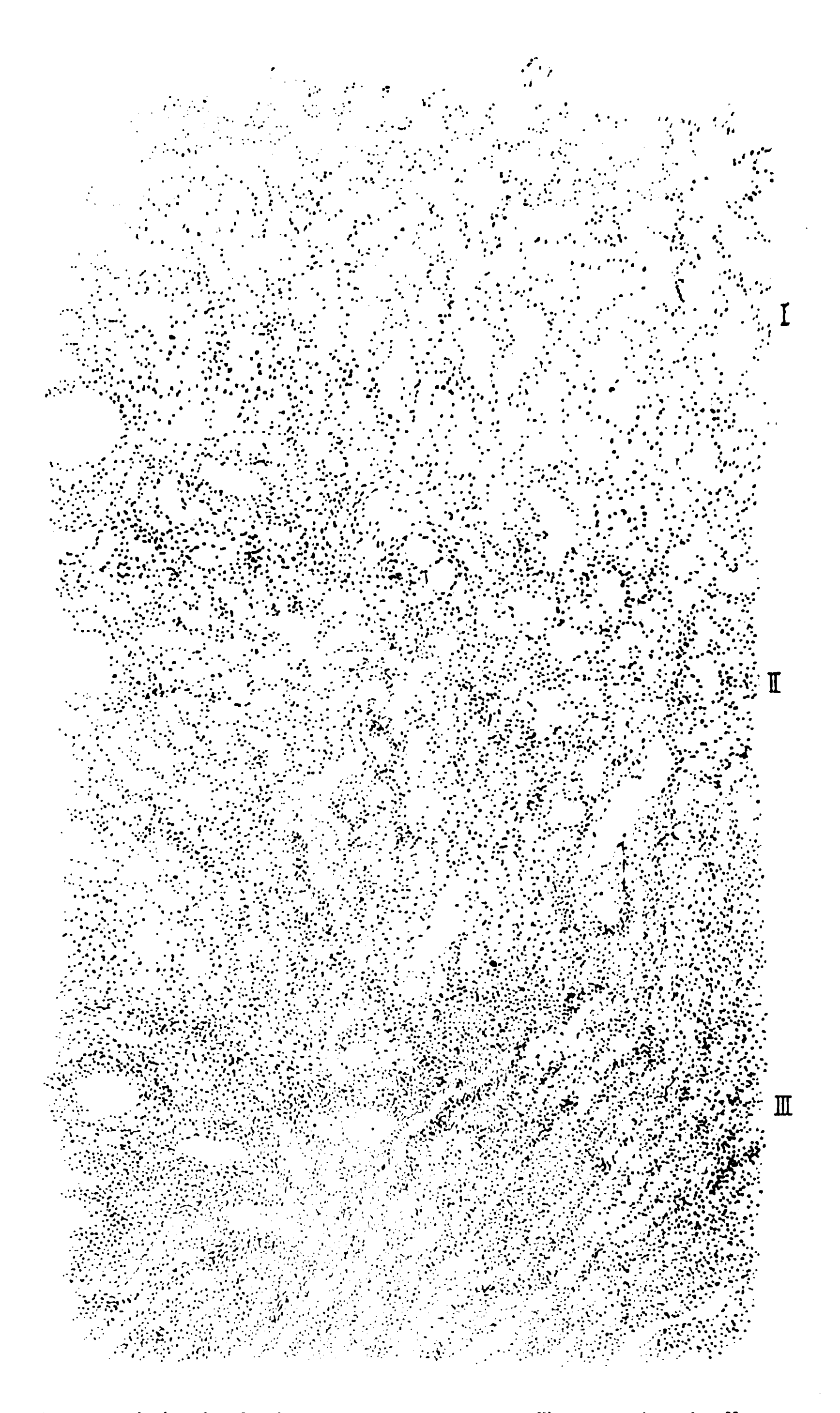


Fig. 10. Schnitt durch einen zusammengesetzten Tumor (schwache Vergrößerung). *I* Zirbelschicht; *II* Schicht der Ependymzellen; *III* Gliaschicht.

weichendes aufweisen, nur vielleicht in den tieferen Schichten etwas gebläht und in ihrer Anordnung gestört sind. Freilich ist letzteres schwer zu beurteilen. Die Zellen sind weniger alveolär angeordnet, mehr strangförmig und schließlich regellos durcheinanderliegend. Sie mischen sich an der Grenze der zweiten Schicht mit Zellen, die deutlich ependymären Charakter haben. An der Grenze zu dieser zweiten Schicht findet sich aber noch eine dritte Zellart, die leicht daran zu erkennen ist, daß sie in charakteristischen Zellverbänden auftritt. Ich meine die Zellen des Plexus chorioideus (Fig. 11). Sie finden sich weniger vereinzelt, mehr in der bekannten Zottenform. Die zweite Schicht selbst besteht, wie schon erwähnt, vorwiegend aus Ependymzellen, daneben finden sich selbstverständlich auch isolierte Zirbelzellen und schließlich auch Gliaelemente. Die Ependymzellen sind gut entwickelt und machen mehr epitheloiden Eindruck. Man sieht auch in dieser Schicht schon drüsenschlauchähnliche Gebilde (Fig. 12), rundliche und längliche Hohlräume, schlauchförmige, die sich an beiden Enden verästeln und von einem kubischen Epithel ausgekleidet sind, das die meiste Ähnlichkeit mit dem Ependym besitzt. Als dritte Schicht ist eine gliöse zu bezeichnen, dadurch charakterisiert, daß zahlreiche Gliazellen, weniger Gliafasern vorhanden sind und daß auch in diesem Gebiete schlauchförmige Bildungen vorliegen. Diese drei übereinander gelegenen Schichten sind keineswegs scharf geschieden, sondern gehen allmählich ineinander über, sind aber doch so ausgesprochen, daß man sie wohl voneinander scheiden kann. Der Tumor, der eine solche Zusammensetzung zeigt, verhält sich sonst vollkommen gleich wie ein Gliom. Er sitzt linkerseits im Gebiete der vorderen Vierhügel, greift allerdings auch stark nach rechts hinüber, infiltriert nach vorne das linksseitige Pulvinar, nach hinten den hinteren Vierhügel und faßt die ganze Zirbel in sich. Man ist nicht mehr imstande, letztere von der Tumormasse zu trennen. Ventralwärts reichen die gliomatösen Wucherungen bis in die Oculomotoriusgegend. Von unten her wird der vordere Anteil des Kleinhirnwurmes komprimiert. Das makroskopische Verhalten des Tumors führte dazu, daß bei der Obduktion einfach die Diagnose Gliom gestellt wurde, eine Diagnose, die der mikroskopische Befund illusorisch machte. Denn es geht keineswegs an, einen Tumor, der sich aus vier verschiedenen Gewebsarten

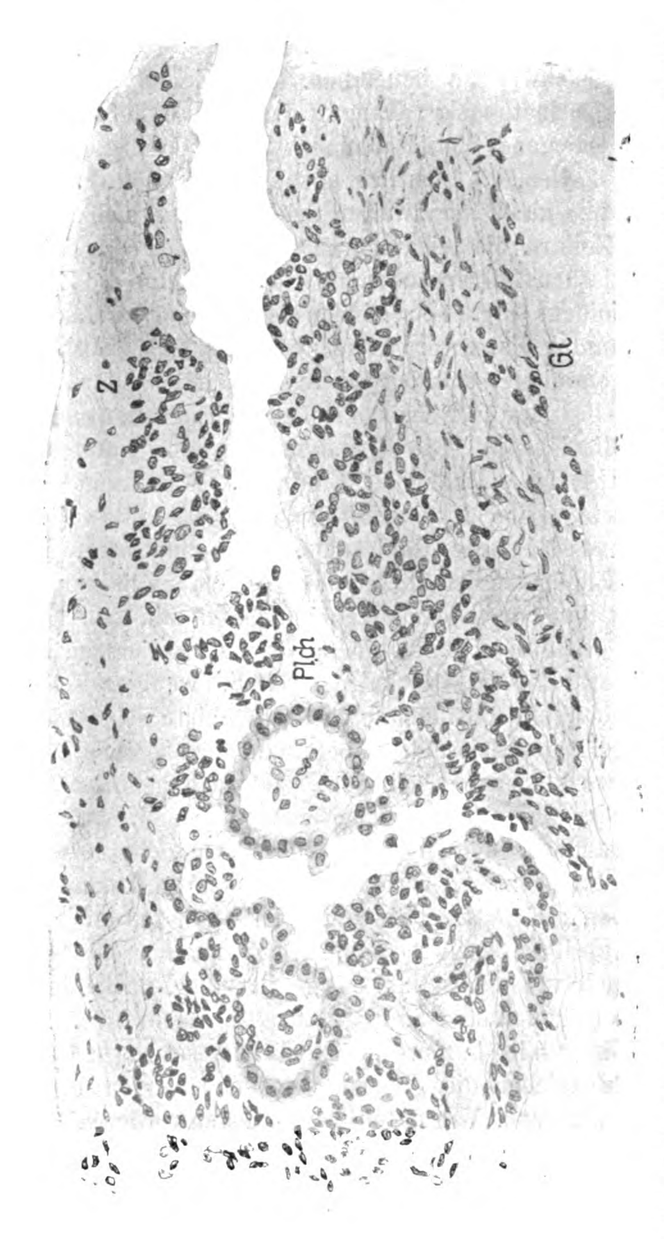


Fig. 11. Partie aus dem zusammengesetzten Tumor (stärkere Vergrößerung). *Gl.* Gliazellen; *Plch* Plexus chorioideus; *Z* Zirbel.

zusammensetzt, schlechtweg als Gliom zu bezeichnen, sondern man muß, da alle diese Gewebsarten aus dem äußeren Keimblatt hervorgehen und sich nur später nicht unwesentlich

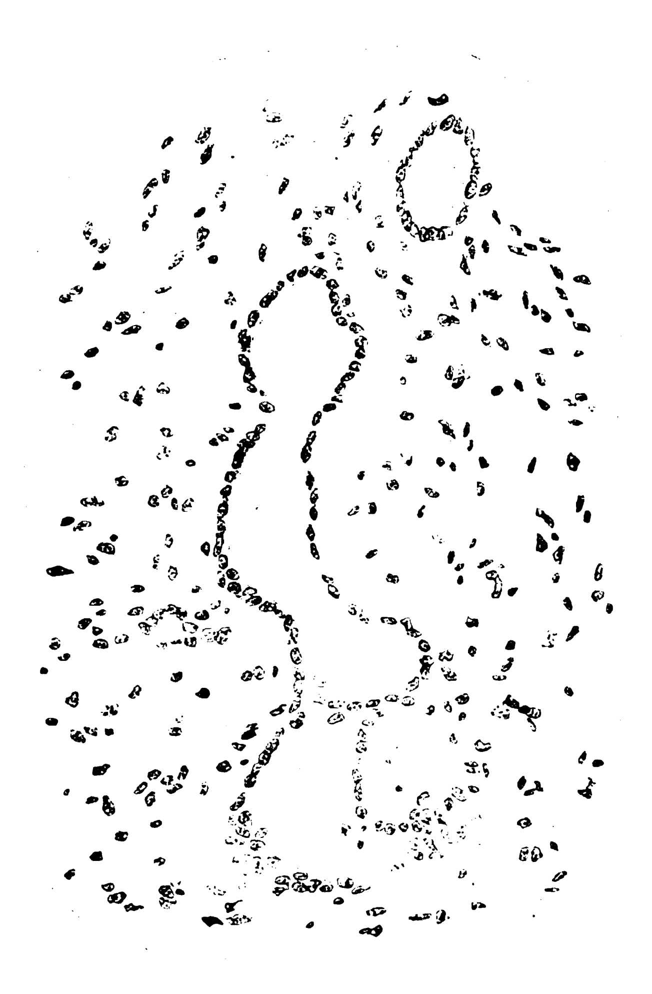


Fig. 12. Ependymschläuche aus dem Tumor.

differenzierten, da zudem der Ausgangspunkt dieser Entwicklung ein und dieselbe Stelle ist, nämlich der hinterste Abschnitt des Daches des dritten Ventrikels, jene Stelle, wo die genannten Gewebsarten zusammenstoßen, eine solche

Geschwulst einfach als zusammengesetzte Geschwulst bezeichnen und sie am ehesten den carcinomatösen Bildungen anreihen.

Es ist ersichtlich, daß bei einer so eigenartigen Zusammensetzung des Tumors die Bezeichnung desselben von den Autoren, je nachdem ihnen die eine oder die andere Zellart als die dominierende erschien, verschiedenartig vorgenommen wurde und daß es wohl möglich ist, daß manches Gliom, Sarkom oder Carcinom nichts anderes ist als ein solch zusammengesetzter Tumor. Jedenfalls erscheint diese Tumorart neben Cyste und Teratom als die dritte für die Zirbel charakteristische und es fragt sich nun, welche Verhältnisse hier das Zirbelgewebe aufweist. Wir haben bei den Teratomen in evidentester Weise eine Verminderung des funktionierenden Gewebes gefunden. Wenn ich von meiner eigenen Beobachtung ausgehe, so möchte ich hier eher für eine Vermehrung des funktionierenden Zirbelgewebes plädieren. Denn es ist ja ein Übergreifen dieses Gewebes über die normalen Grenzen der Zirbel nachweisbar gewesen, wenn man auch nicht sicher behaupten kann, daß diese luxurierenden Zellen den normalen funktionell gleichwertig sind.

In den Fällen von Friedreich und Turner ist lediglich der pathologisch-anatomische Befund wiedergegeben, während die übrigen Fälle, also der von Nothnagel und jener von Müller und der eigene auch die klinischen Daten enthalten. Abgesehen von den allgemeinen Tumorsymptomen, die sich gerade bei den Zirbeltumoren häufig finden sollen und hier besonders ausgesprochen sind und, abgesehen von den durch die engen räumlichen Beziehungen zum Kleinhirn und zur Oculomotoriusgegend bedingten Erscheinungen wird eigentlich von den Autoren bisher nichts als charakteristisch für die Zirbelaffektion bezeichnet. Nur zwei Symptome gelten als nahezu spezifisch, d. i. die frühzeitig auftretende Demenz, respektive Somnolenz im Verein mit frühzeitiger Stauungspapille. Beides wird nicht wundernehmen, wenn man bedenkt, daß die Mehrzahl der Zirbeltumoren den Aquädukt komprimiert, die Vena magna Galeni unterbindet und von unten her den Balken affiziert. Es fiel mir ferner auf, daß als besonders charakteristisch für jene Tumoren auch eine Blicklähmung nach oben mehrfach Erwähnung findet. Doch, wie gesagt, ist das nichts Besonderes, vor allem nichts für die Drüse Charakteristisches.

In meinem Falle entwickelte sich gleich mit Beginn der Tumorbildung bei der 9jährigen Patientin eine starke Adipositas. Sie war so beträchtlich und universell, daß sie den Eltern sofort auffiel. Bei der Obduktion zeigte sich stellenweise eine mehr als 5 *cm* dicke Fettschicht (Abdomen). Es ist nun überaus auffällig, daß die gleiche Adipositas auch in dem Falle von Nothnagel allerdings nur nebenher erwähnt ist und daß Müller von seiner Patientin ein Gleiches berichtet. Diese zeigte in kurzer Zeit eine gewaltige Gewichtszunahme von 55 auf $79^1/_2$ *kg*. Als ich nun in der Literatur der Zirbelgeschwülste nach ähnlichen Fällen Umschau hielt, gelang es mir noch weitere derartige zu finden. Ein Fall von Daly ist in dieser Beziehung besonders hervorzuheben. Hier zeigte ein 23 Jahre alter lediger Arbeiter, der ein halbes Jahr unter Tumorsymptomen krank war, eine Gewichtszunahme, die sich am besten durch die Worte des Autors selbst charakterisiert: Er war „five stones heavier at his death than on his admission". Also eine Gewichtszunahme von nahezu 25 Pfund. Es wird zwar bemerkt, daß der Kranke polyphag war, ohne daß jedoch die Polyphagie der starken Gewichtszunahme parallel ging. Daly faßt den Tumor der Zirbel als Alveolarcarcinom auf. Es ist nicht ersichtlich, ob dieser Tumor funktionierendes Gewebe enthielt oder nicht. Ein weiterer, hierher gehöriger Fall stammt von Kny. Ein 32 Jahre alter Mann fiel durch seine auffallend gute Ernährung, die er trotz der Hirntumorensymptome beibehielt, auf. Bei der Obduktion fand sich eine Adipositas, das Fett war in der Nabelgegend nahezu 3 *cm* dick. Auch an den Bauchorganen fand sich viel Fett. Die Muskulatur ist kräftig entwickelt. Der Tumor wird als ein Rundzellensarkom der Zirbel aufgefaßt.

Weniger sicher sind, was die Adipositas anlangt, 3 Fälle von König, Falkson und Coats. Bei König bestand ein Psammosarkom der Zirbel; die Zirbelzellen waren vermehrt. Der Patient, ein 45 Jahre alter Journalist, wog 84 *kg*. Die Fettschicht betrug $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ *cm*. In diesem Falle ist aber die Beziehung der Adipositas auf die Zirbel dadurch besonders erschwert, daß der Patient Alkoholiker gewesen ist. Die Fälle von Falkson und Coats betreffen ein Chondrocystosarkom bei einem 16jährigen Knaben, respektive ein Adenoidchondroidsarkom bei einem 13 Jahre alten Kind. Im ersteren Fall wird das Aussehen

als gedunsen, im letzteren wie erwähnt als full and puffy beschrieben. Der Charakter der Tumoren ist nicht ganz leicht ersichtlich. Sie neigen zu den teratoiden Bildungen infolge des Befundes von Knorpel, eventuell von Drüsen. Sie nähern sich den zusammengesetzten Geschwülsten infolge der Vermehrung des Drüsengewebes und der eigentümlichen schlauchförmigen Bildungen.

Bei der Schwierigkeit der Beziehung eines so vieldeutigen Symptomes, wie die Adipositas, auf ein bestimmtes Organ soll später anhangsweise die Frage der zerebralen Adipositas im Zusammenhange dargestellt werden. Hier sei nur so viel betont, daß mit Rücksicht auf meine eigene Beobachtung, bei der außer der Zirbel alle Drüsen, sowohl die Hypophyse, als auch die Geschlechtsdrüsen histologisch untersucht und normal gefunden wurden, die größte Wahrscheinlichkeit besteht, daß die Adipositas hier durch die Zirbelaffektion hervorgerufen wurde. Das Auftreten nach dem Manifestwerden der Tumorsymptome, die Analogie mit ähnlichen Fällen aus der Literatur, der negative Befund an den anderen Drüsen läßt diese Annahme gerechtfertigt erscheinen. Es käme nur eine Möglichkeit in Betracht, das ist eine funktionelle Ausschaltung einer jener Drüsen, deren Affektion gelegentlich Adipositas erzeugt. Einen Hinweis dafür bietet vielleicht der Fall von Müller, bei dem trotz intakter Genitalien Amenorrhoe eintrat. Hier die Geschwulstart in Askanazys Sinne für das Zustandekommen der Adipositas verantwortlich zu machen, geht schon deshalb nicht an, weil sie keine einheitliche teratoide ist.

Es genügt, wenn man die anderen Geschwulstarten, welche die Zirbel gelegentlich befallen können, einfach aufzählt, da sie sich in nichts von den Geschwülsten anderer Organe zu unterscheiden scheinen. Freilich sind die Beobachtungen in dieser Hinsicht sehr lückenhaft, vielfach nur makroskopische. Und es ist sehr wahrscheinlich, daß genauere histologische Untersuchungen wesentlich andere Resultate zutage gefördert hätten, wie dies ja meine eigene Beobachtung so schön zeigt. Daß Gliome in der Zirbel vorkommen können, ist schon deshalb einleuchtend, da die Glia beim Aufbau der Zirbel eine große Rolle spielt und Gliaplaques kaum je in einer Drüse vermißt werden.

Freilich ist nicht immer ersichtlich, ob diese Tumoren von der Zirbel ausgehen und auf den Vierhügel übergreifen oder umgekehrt. Am wahrscheinlichsten ist jedenfalls der Ausgang von der Zirbelbasis, wo die Glia am reichlichsten und am meisten Neigung zu pathologischen Veränderungen vorhanden ist. Gliome beschreiben Duffin, Schulz, Lawrence, Nothnagel. Hierher zu rechnen sind wohl auch die Gliosarkome von Zenner und Feilchenfeld. Bei letzterem findet sich auch Knorpel, so daß es mir sehr wahrscheinlich ist, daß dieser Tumor jenen von Falkson und Coats zugezählt werden darf.

Blanquinque beschreibt eine Hypertrophie der Zirbel als Psammom und Wernicke bemerkt dazu, daß er einen ähnlichen Fall aus der Biermerschen Klinik gesehen habe. Als Sarkome werden die Tumoren von Nothnagel, Gowers, Kny, Ogle (II) und Max Neumann aufgefaßt, während Pontoppidan zwischen Lues und Sarkom schwankt. Carcinome fanden Massot, Daly, Förster (multiple) und Hempel, Tumoren ohne nähere Bezeichnung Hösslin und Schmied.

Es ist auffällig, daß in 6 Fällen eine trophische Störung besonders hervorgehoben wird, die man gemeinhin als durch den Tumor selbst, durch dessen malignen Charakter bedingt ansieht. Es ist dies die schwere Kachexie, vielleicht mit Decubitus verbunden. Sie findet sich in den Fällen von Förster, Massot, Gowers, Nothnagel (Sarkom), Nieden und Ogle (Sarkom). Sehr interessant ist hierbei die Beobachtung Hempels, wo anfängliche Adipositas bei einem Carcinom der Zirbeldrüse später in schwere Fettatrophie überging. Man kann nun freilich nicht entscheiden, ob die Malignität des Tumors schuld an der Kachexie ist oder die vollständige Zerstörung der Zirbeldrüse. Man muß diesen Umstand lediglich registrieren und versuchen, ihm durch exakte Beobachtungen eine Stütze zu geben oder zu widerlegen.

Anhangsweise sei hier noch erwähnt, daß ich selbst eine echte Hirnhypertrophie, bei der gleichzeitig eine Gliavermehrung fast tumoröser Art bestand, auf eine Vermehrung des Zirbelgewebes von adenomatösem Charakter bezog. Ich konnte bereits damals darauf hinweisen, daß auch andere Autoren bei Hirnhypertrophie eine Zirbelvergrößerung bemerkten, z. B. Bernardini, Middlemaas und wohl auch M. Neumann. Allein mangels

genauer Kenntnis dieser Beobachtungen und insbesondere mit Rücksicht auf die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen stellt sich mir der Gedanke ein, ob nicht hier lediglich eine Coincidenz der Hypertrophie der Drüse mit jener des Organes vorliegt, die möglicherweise wohl von Bedeutung sein kann, nicht aber von einer in dem gedachten Sinne.

Die Adipositas cerebralis.

Durch die Beobachtung Alfred Fröhlichs wurde die hypophysäre Natur einer Reihe von Fällen mit Adipositas sehr wahrscheinlich gemacht. Es existieren bereits 35 derartige Beobachtungen, bei welchen die Erkrankung sicherlich die Hypophyse oder die Gegend dieser letzteren betrifft. Das Genauere über diese Fälle kann man leicht aus der Tabelle I, S. 260 bis 263, entnehmen. Zu diesen sind dann noch die klinischen Beobachtungen von Schuster (2), Müller (1 od. 2) und die 3 von Uthoff sowie 2 von Alfred Fuchs hinzuzurechnen, so daß im ganzen bereits über 40 derartige Beobachtungen vorliegen. Während anfänglich die Anschauung Fröhlichs eine Bestätigung erfuhr, haben sich eine Reihe der späteren Autoren mit dieser nicht einverstanden erklärt, in allererster Linie Erdheim nicht. Erdheim hat bei der Bearbeitung der Plattenepithelialgeschwülste der Hypophyse (Hypophysengangstumoren) die Fälle von Adipositas gesammelt und mit Rücksicht auf einige Beobachtungen den Gedanken ausgesprochen, die Adipositas sei nicht durch Läsion der Hypophyse, sondern durch eine des Infundibulum, wo er ein trophisches Zentrum annimmt, veranlaßt. Faßt man aber die Fälle, auf die sich Erdheim stützt, näher ins Auge, so war bei Berger das Gewebe der Hypophyse normal, sie war aber im ganzen plattgedrückt („anscheinend komprimiert und plattgedrückt"). Die Beobachtung von Selke ist so flüchtig und unvollständig, daß trotz der Angabe, die Hypophyse zeige keine Veränderung, dieser Fall kaum als Beweis für eine so weitgehende Behauptung gelten kann. Trotzdem möchte ich den 2 Fällen Erdheims zwei weitere anfügen, Fälle von Bregman und Steinhaus, sowie von Bartels. Bei ersteren war der Tumor so groß, daß er den dritten Ventrikel vollständig erfüllte, in die Seitenventrikel wuchs und den Aquädukt verschloß. Dabei drängte er das Chiasma nach vorne und unten.

Es ist wohl kaum anzunehmen, daß ein so mächtiger, das Infundibulum füllender Tumor die Hypophyse vollständig unverändert gelassen hat. Bei Bartels bestand eine direkte Schädigung der Hypophyse durch eine Cyste des Hinterlappens. Die Schußverletzung der Hypophysengegend von Madelung ist hier deshalb nicht heranzuziehen, weil der klinische Befund für einen so ausgedehnten basalen Prozeß spricht, daß eine Schädigung der Hypophyse nicht auszuschließen ist.

Wenn also auch die Intaktheit der Hypophyse in diesen 4 Fällen supponiert wird, so sieht man doch, daß sie bei objektiver Darstellung keineswegs geeignet sind, die Beziehung der Adipositas zur Hypophyse umzustürzen. Aber selbst wenn man sie gelten läßt und annimmt, daß lediglich das Infundibulum verletzt war, so könnte es sich um eine indirekte Schädigung der Hypophyse handeln durch Zerstörung der das Infundibulum passierenden Drüsennerven. Der Umstand, daß es daneben infundibuläre Tumoren ohne jedes trophische Symptom gibt, fällt hier wohl weniger ins Gewicht.

Einen wichtigen Faktor bei der Bewertung der Adipositas spielt der Zustand der Genitalorgane. Der Umstand, daß sie bei hypophysärer Adipositas gelegentlich atrophisch sind, hat Bartels bewogen, den Symptomenkomplex als Dystrophia adiposo-genitalis zu bezeichnen. Von den 32 obduzierten Fällen hypophysärer Adipositas hatten jedoch nur 12 genitale Atrophie.

Dieser letztere Umstand ist deshalb so bemerkenswert, weil in allerjüngster Zeit eine Reihe von Autoren sich bemüht haben, die hypophysäre Adipositas als Folge der Genitalatrophie hinzustellen und die Hypophysenaffektion für das Zustandekommen der trophischen Störung einfach auszuschalten. Von diesen Autoren seien insbesondere Schüller sowie Tandler und Groß genannt. Der erstere führt unter den trophischen und Wachstumsstörungen, die durch den primären Disgenitalismus veranlaßt sind, auch die Adipositas an, setzt sich aber mit den Fällen nicht weiter auseinander. Die letzteren dagegen haben sich in eingehender Weise an Studien bei Skopzen von dem Einfluß der Geschlechtsdrüsen auf die Fettentwicklung des Körpers überzeugen können, ähnlich wie dies ja bei den Eunuchen längst bekannt ist und in der Tiermast eine Rolle spielt. Ein Typus der Skopzen sind „fette, wie gedunsen aus-

Tabelle I.

Autor	Alter	Gesch.	Adip.	Genitalver.	Andere Drüsen	Hypophysis	Tumor	Dauer	Neben-erscheinungen
Mohr	57	W.	+	—	Gl. pinealis norm.	—	auffallend großer Tumor	6 Jahre u. mehr	—
Eisenlohr	23	W.	+	—	—	—	drüsiger Tumor aus Vorderlappengewebe	—	—
Gläser	48	W.	+	—	—	—	Sarkom d. Hyp.	—	kl. Blutungen am Boden des IV. Ventrikels
Rath I.	63	M.	währ. d. Krankh 60 Pfd. verloren	—	—	vernichtet	Spindelzellensarkom	1 Jahr	—
Rath II.	64	M.	+	—	—	—	Sarkom	13 Jahre	—
Mallins	45	M.	+	noch potent Part. d. Frau	—	—	Rundzellensarkom mit Cysten	—	—
Ingermann	35	W.	+	—	l. Nebenniere groß	aus Tumor bestehend	Sarkom (?)	—	5 Jahre keine Menses
v. Hippel	28	W.	+	—	—	Reste vorhanden	großes Adenom	—	Partus; unregelmäßige Menses
Selke	42	W.	+	—	—	intakt	Hypophysengangsgeschw.	—	Adipos. nur anfangs vermerkt

Wills	26	M.	+	—	—	aus Tumor bestehend	cystisch-carcinomatöser Tumor	—	seit 15 Jahren krank
Boice und Beadles I.	62	M.	+	—	—	—	Hypophysengangsgeschw.	—	—
Boice und Beadles II.	63	W.	+	normal	—	—	Hypophysengangsgeschw.	—	—
Boice und Beadles III.	35	W.	+	Uterus nicht entwickelt	—	—	Hypophysengangsgeschw.	—	keine Crines pubis
F. X. Schuster	43	W.	+	Ovarialatrophie	—	—	Sarkom d. vord. Hypophysent.	—	16 Jahre keine Menses
A. Köhler	39	W.	?	Ovarien lang und schmal Uterus klein	—	Hyp. fehlt	hühnereigroßer Tumor	—	—
F. Zöllner	21	M.	+	kindl. Habitus	—	—	Ca. der Hypophyse	—	Mammee geringe Behaarung
Pechkranz	17	M.	+	Atrophie Penis wie 5jähr. Kind	—	Hyp. zerst.	Sarkom	mindest. 2 Jahre	keine Crines
Fröhlich (v. Eiselsberg-Frankl)	19	M.	+	Atrophie	—	—	Carcinom der Hypophyse	8 Jahre	Beginn mit 11 Jahren

Tabelle I.

Autor	Alter	Gesch.	Adip.	Genitalver.	Andere Drüsen	Hypophysis	Tumor	Dauer	Neben-erscheinungen
Babinski-Onanoff	17	W.	+	kindl. Genitale	—	gedrückt	Hypophysengangsgeschw.	—	—
Cestan-Halberstadt	60	M.	+	—	—	—	Adenocarcinom der Hypophyse	8 Jahre	—
Madelung	12	W.	+	—	—	—	Schußverletz.	6 Jahre	—
E. Zack I.	52	W.	+	—	—	—	Adenom der Hypophyse	—	Klimax seit 37. Jahr
E. Zack II.	46	M.	+	—	—	—	Endotheliom in die Sella eingezwängt	—	geringe Behaarung
Berger-Erdheim	16	M.	+	Hoden zurückgeblieb.	Thyreoidea verändert Thymus persistent	normales Gewebe glatt gedrückt	Hypophysengangsgeschw.	4 Jahre	Haare fehlen
Erdheim-Engel	54	W.	+	—	—	—	malignes Adenom der Hypophyse	—	wenig Schamhaare
Erdheim	20	W.	+	Ovarien derb, Uterus klein	—	—	malignes Adenom der Hypophyse	—	—

Götzl-Erdheim	24	M.	+	Hodenatrophieverlust d. Zwischengewebes	Thyreoidea klein	bohnengroß	Ca. vom Ependym oder der Hypophyse ausgehend	2 Jahre	Achsel- und Schamhaare fehlen
Cushing	16	W.	myxöd. ähnl.	infant. Habitus	—	gedrückt	Teratom (Knorpel)	mehrere Jahre	keine Crines
Kleestadt	63	W.	+	Uterus sehr groß	Adenom der Thyreoidea	—	Cyste d. Infundibulum wahrscheinl. v. Hyp. ausgehend	—	—
Bartels	21	M.	+	Hodenatrophie	Struma colloides	Hypophysenhinterlappencyste	Plattenepithelialgeschw.	7 Jahre	—
Schloffer	30	M.	+	Hodenatrophie	Nebennierenhypoplasie	—	Adenom der Hypophyse	—	geringe Behaarung
Sträußler	38	M.	—	Hodenatrophie	Thyreoidea etwas verändert	große Cyste vom vord. Hypoph.-teil	Hypophysengangsgeschw.	$1\frac{1}{4}$ Jahr	—
Bregmann und Steinhaus I	48	W.	+	Ovarialcyste	—	—	Hypophysengangsgeschw.	1 Jahr	—
Bregmann und Steinhaus II	7	W.	+	—	—	—	Hypophysengangsgeschw.	1 Jahr	—
v. Eiselsberg-v. Frankl	27	M.	+	Hoden zurückgeblieb.	—	—	Angiosarkom der Hypophyse	3 Jahre	Haare fehlen

sehende Personen, deren Körperumfang nicht nur durch besondere Zunahme des Abdomens, sondern durch einen gleichmäßigen Fettansatz, vor allem aber durch die Zunahme der Beckenbreite und die Fettanlagerung an den Nates bewirkt wird". Das spricht wohl sehr viel für die Annahme des Zustandekommens der Adipositas durch Genitalatrophie, zumal auch physiologischerweise beim Menschen ein solcher Fettzuwachs des Körpers zu konstatieren ist, wenn die Genitaldrüsen sich involvieren, ich meine im Klimakterium. Tandler und Groß erhoben dabei noch einen sehr wesentlichen Befund, indem sie zeigen konnten, daß lediglich die Intaktheit der Zwischenzellen Leydigs mit der Evolution in innigem Konnex steht, daß das Vorhandensein und die Intaktheit der generativen Anteile der Drüsen hierfür bedeutungslos sei.

Der bereits hervorgehobene Umstand, daß von 32 Fällen hypophysärer Adipositas nur 12 Genitalatrophie zeigten, würde wohl gegen die Annahme eines primären Disgenitalismus sprechen, wenn man nicht dabei noch zwei Möglichkeiten ins Auge faßte: 1. könnten die Geschlechtsdrüsen funktionell geschädigt sein und so die Fettsucht bedingen; 2. ist es sehr auffällig, daß, wenn man versucht, den Beginn der Adipositas festzustellen, dieser dann meist mit dem Alter der genitalen Evolution oder Involution zusammenfällt (Tab. Ia.)

Tabelle Ia.

Alter	Adipositas	Atrophie der Genitalien	Andere Drüsen	Beginn des Leidens
1 bis 10 Jahre	1	. . .	—	2
10 „ 20 „	6	5	—	9
20 „ 30 „	8	5	3 Thyreoidea 1 Thymus	7
30 „ 40 „	3	1	—	2
40 „ 50 „	6	1	—	5
50 „ 60 „	3	—	—	3
60 „ 70 „	5	—	1 Thyreoidea	4

Allein es ist gerade diese letztere Beziehung sehr schwer herzustellen, da man meist über den ersten Beginn des Leidens im unklaren gelassen wird und es keineswegs angeht,

das klinische Manifestwerden des Leidens gleichzeitig als den ersten Beginn desselben anzusehen.

Dieser schwierigen Entscheidung ist in allerletzter Zeit ein Umstand zu Hilfe gekommen: ich meine die Möglichkeit des operativen Eingriffes bei hypophysärer Adipositas. In dem Falle von Schloffer sowohl wie in dem von v. Frankl-Hochwart-Eiselsberg haben sich nach der Operation die Symptome zurückzubilden begonnen. Es ist hier am Platze anzuführen, daß ein Gleiches von Hochenegg auch bei der Akromegalie nach Operation der Hypophyse konstatiert werden konnte. Demgegenüber fallen Fälle schwerer Genitalatrophie ohne jede Fettsucht (Finkelburg, Nazzari, Rath) weniger ins Gewicht, da man ja dabei immer behaupten kann, daß die Zwischenzellen wenig geschädigt waren. Schwerer schon kann man an den Einfluß genitaler Veränderungen glauben, wenn sich zeigt, daß anfängliche Adipositas im Verlaufe der Hypophysengeschwulst in schwere Kachexie übergeht. So hat der Patient von Rath während seiner Krankheit 57 Pfund an Gewicht eingebüßt. Es fand sich bei der Obduktion die ganze Hypophyse zerstört.

Wenn man deshalb ganz vorurteilslos den verschiedenen Anschauungen entgegentritt, so muß man den hypophysären Einfluß entschieden anerkennen, ohne dabei den genitalen leugnen zu wollen. Nur eines scheint nicht richtig, daß der genitale ein primärer ist. Man kann aber, da man weiß, daß eine Wechselbeziehung zwischen Genitalapparat und Hypophyse besteht, die allerdings erst für primäre Genitalaffektion erwiesen ist, wohl annehmen, daß auch gelegentlich das Umgekehrte vorkommt. Es wird dann der Streit, ob die Adipositas hypophysärer oder genitaler Natur sei, weniger zu einem Begriffsstreit, da offenbar beiden Drüsen eine diesbezüglich ähnliche Wirkung zukommt und da sie in einem innigen funktionellen Zusammenhang stehen.

Die überaus wichtige Arbeit von Tandler und Groß hat uns aber noch auf einen Umstand aufmerksam gemacht, der bei den trophischen Störungen, insbesondere bei der Adipositas eine Rolle spielen könnte. Tandler und Groß haben gezeigt, daß bei der Atrophie der Geschlechtsdrüsen bei Tieren gelegentlich eine Persistenz der Thymus zu verzeichnen ist, eine Persistenz, wie man sie beim Status lympathicus findet. Es ist nun in jüngster Zeit von Bartel an einem größeren Material die hypo-

plastische Konstitution untersucht worden und ihre Coincidenz mit gelegentlicher Adipositas betont worden. Es wäre nun möglich und das wird durch die Untersuchungen von Tandler und Groß fast bewiesen, daß auch die Thymus bei den trophischen Störungen eine Rolle spielt und daß ihr gelegentliches Vorkommen bei hypophysären Affektionen mit Adipositas vielleicht als Indikator einer funktionellen Genitalatrophie aufzufassen wäre. Doch ist ihre Persistenz nur ein einziges Mal erwähnt in dem Falle von Berger und Erdheim. Wie die Thymus scheint auch die Thyreoidea hier keine Rolle zu spielen, zumal diese auch nur in 4 Fällen verändert war. Zufällig bestand in dreien davon Genitalatrophie, so daß also die Veränderung der Thyreoidea nicht in Frage kommt.

Noch ein Moment muß hier herangezogen werden, um es als ätiologischen Faktor der Adipositas auszuschalten: die Askanazysche Lehre des Einflusses der Geschwulstart auf die Trophik. Wenn man die vielen Beobachtungen hypophysärer Adipositas daraufhin untersucht, so wird man sofort die Unhaltbarkeit einer solchen Anschauung begreiflich finden, da teratoide Geschwülste, selbst wenn man die Hypophysengangstumoren dahin rechnet, nur in einem Bruchteil der Fälle beobachtet wurden (Tabelle Ib).

Tabelle Ib.

Carcinom	Maligne Adenome	Hypophysengangsgeschwülste	Sarkome, Endotheliome	Schußverletzung	Ohne Angabe (Tumor)
3	7	11	10	1	2

Aus all diesen Ausführungen geht nun folgendes hervor: Es ist am wahrscheinlichsten, daß die bei Hypophysentumoren auftretende Fettsucht ihre Ursache in der Hypophysenaffektion besitzt; daß dabei aber möglicherweise auch den Genitaldrüsen ein Einfluß zukommt, etwa in dem Sinne, daß bei Beginn der hypophysären Erkrankung eine funktionelle Schädigung der Genitaldrüsen herbeigeführt wird, kann nicht geleugnet werden. Klinisch ist aber die Adipositas trotz dieser Auffassung ein Ausdruck der Hypophysenaffektion, da man diese stets, die Genitalatrophie aber nur gelegentlich nachweisen kann.

Wenn man also den Dispituitarismus anerkennt und nur seine reinsten Formen zusammenfaßt, so ergibt sich in bezug auf den Zustand der Drüse eine dreifache Veränderung: 1. Eine Zunahme des funktionsfähigen Materials, Hyperpituitarismus. Er ist zumeist gefolgt von dem Symptomenkomplex der Akromegalie. 2. Eine Verminderung des funktionierenden Drüsengewebes, Hypopituitarismus. Dieser geht gelegentlich mit dem Symptomenkomplex der Adipositas, respektive der Dystrophia adiposo-genitalis einher. Und schließlich 3. Fehlen jedes funktionierenden Drüsenparenchyms, Apituitarismus. Hier scheint die Kachexie der Ausdruck der trophischen Störung zu sein.

Wie schon bei der Besprechung der pathologischen Veränderungen der Zirbeldrüse auseinandergesetzt wurde, finden sich tropische Störungen auch bei den Zirbelaffektionen (Tab. II, S. 268 bis 271). Hier ist es noch schwerer, völlig objektiv zu bleiben, da die Beobachtungen, welche zur kritischen Sichtung vorliegen, nicht so zahlreich und keineswegs derart genau sind, daß man alle Fehlerquellen ohne weiteres ausschalten kann. Immerhin gelingt es auch, hier drei verschiedene Symptomkomplexe, die eine gewisse Analogie mit den bei Hypophysenaffektion auftretenden zeigen, abzuscheiden.

1. Die genitale Hypertrophie, gewöhnlich in Verbindung mit einer gewissen Frühreife, eine Erscheinung, die man vielleicht mit Oestreich und Slawyk als partielle Akromegalie bezeichnen könnte. In diesen Fällen erwies sich die Drüse als funktionell geschädigt, da immer nur von geringen erhaltenen Resten der Drüse die Rede ist. Hier geht also, wenn man einen Dispinealismus anerkennt, die genitale Hypertrophie mit einer Verminderung des funktionierenden Drüsengewebes einher, mit einem Hypopinealismus.

2. Weit leichter fiel mir die Beurteilung der Adipositas bei den Zirbelaffektionen, da ich, im Besitze einer eigenen Beobachtung, sämtliche Drüsen auf das genaueste zu untersuchen in der Lage war. Es ist hier am Platze, einige Anschauungen wiederzugeben, die über die zerebrale Adipositas nicht hypophysärer Natur geäußert wurden. E. Müller meint, daß in seinem Falle wohl eine indirekte Schädigung der Hypophyse, die radiologisch intakt war, vorliegen müsse. Er betont gleichzeitig das Sistieren der Menses, so daß wir hier zwei Momente hätten, welche die Adipositas zu

Tabelle II.

Autor	Alter	Gesch.	Adiposit.	Kachexie	Genital.	Zirbel	Tumor	Bemerkenswerte Symptome
Friedreich	59	M.	—	—	—	—	Psammoma kystomatos. haemorrh.	—
Förster	57	M.	—	+	—	Zirbel in einen Krebsknoten verw.	Carcinose	Schilddrüse Submax. Nebenniere verändert
Virchow	—	—	—	—	—	—	Hydrops cysticus Glaudulae pinealis	—
Blanquinque	39	M.	—	—	—	—	Hypertroph. Psammom	—
Massot	19	M.	—	+	—	—	Ca.	guter Appetit
Bouchut	2	W.	—	—	—	keine Zirbelreste	Cyste Hydroceph.	—
Weigert	14	M.	—	+	ohne Besonderh.	Rest	Teratom	—
Duffin	—	M.	—	—	—	—	Gliom d. Vierhügel auch die Zirbel einschließend	—
Gowers	24	M.	—	allgem. Schwäche	—	—	Sarkomat. Tumor Vierhügel u. Thal.	—
Falckson	16	M.	kräftig gedunsenes Gesicht	—	—	Zirbel?	Chondrocystosarkom.	—

Nothnagel	21	M.	erheblich abgemagert	+	—	—	Sarkom. d. Vierhügel, das auch die Zirbel subst.	—
Nieden	35	W.	—	+	—	—	cystischer Tumor	weist auf troph. Störungen Decubitus
Wernicke	14	M.	—	—	—	—	—	
Turner	—	—	—	—	—	—	Sarkom-Carcinom?	—
Pontoppidan	31	M.	—	—	—	—	Lues oder Sa. der Zirbel	—
Feilchenfeld	18	M.	—	—	Früh onaniert	—	Knorpel-Gliosarkom (?)	Temperatursteigerung
Schulz	28	M.	—	—	—	Gliom d. Zirbel	Gliosarkom	—
Reinhold	18	M.	—	—	—	—	—	vasomot. Störungen
Coats	13	M.	gedunsen	—	—	—	Adenoid-Chondroid-sa.	Drüsen wie normal.
Nothnagel	20	M.	+ Musk. schwach	—	—	Zirbel nicht erwähnt	Gliom der Vierhügel	—
Daly	23	M.	+	—	—	—	Alveolarcarcinom d. Zirbel	Polyphagie
Gauderer	12	M.	fettarm	—	—	ein Teil Zirbel erhalten	Teratom	—
Kny	32	M.	+ 3 *cm* dickes Fettpolster	—	—	Zirbel (?)	Rundzellen sa.	—

Tabelle II.

Autor	Alter	Gesch.	Adiposit.	Kachexie	Genital.	Zirbel	Tumor	Bemerkenswerte Symptome
Zenner	13	M.	—	—	—	—	Gliosarkom d. Zirbel	—
Schmied	21	M.	—	—	—	—	Tumor gelatinos.	—
König	45	M.	+ 84 *km* $2^1/_2$—$3^1/_2$ *cm* Pettsch.	—	—	Zellen wie Zirbelzellen	Psammosark. kirschengr.	Alkoholismus
Hößlin	9	M.	—	—	—	walnußgroßer weicher Tumor	—	Diabetes (Sklerose am 4. Ventrikel)
Gutzeit	$7^3/_4$	M.	gut genährt	—	Crines	Zirbelrest vorh.	Teratom	—
Oestreich-Slawky	4	M.	+ Polyphag.	—	Penis Schamhaare Hoden	—	kleinapfelgr. Tumor Psammosarkom mit Cysten	Mammae groß Thymus normal
Lord	—	W.	—	—	—	—	luet. Bindegewebswucherung	—
Lawrence	16	M.	—	—	—	am Rande noch intakte Zirbel	beginnendes Gliom.	Meningitis tbc.
Garrod	16	M.	—	—	—	—	Cyste der Zirbel	Diabetes
Campbell	33	W.	—	—	—	—	Cyste der Zirbel Pigmentzellen	Epileptikern

Ogle	32	W.	—	Abmagerung	—	—	taubeneigr. Sark. d. Zirbel, diffuse Piametastasen	—
Ogle	6	M.	—	Masturbiert	Penis= 16-17jhr. Crines Testikel	Zirbelstränge	Alveolarsa. mit Cysten und Häm. Cysten, Knorpel, Riesenzellen vorh. Teratoid=Weigert.	—
P. Neumann	27	M.	ø	—	—	Zirbelreste	Teratom	—
Hempel	24	M.	Im Beginn Adipositas dann Fett-atroph.	—	—	—	Ca der Zirbel (nach hinten wachsend)	Decubitus
Joukovsky	23	W.	groß für sein Alter	—	—	Zirbel fehlt	Cyste der Zirbel mit Compr. d. Aqu.	—
M. Neumann	28	W.	—	—	—	—	Hydrops cysticus gl. pin.	Thymus u. Thyreoidea, vergr. Exophthalmus
M. Neumann	11	M.	—	—	Hoden eher atroph.	—	Psammosarkom Zirbel fehlt	—
Finkelnburg	18	M.	allg. körperl. Entwickl. Hemmung	+	kleiner Penis erbsengr. Hoden	—	Sarkom der Hysoph. u. Epiphysis	—
Müller	26	W.	+	—	Amenorrhoe.	—	—	—
Russel	23	M.	keine klin. Ersch.	—	—	—	Cyste der Zirbel	Schädelbruch
Askanazy	19	M.	keine klin. Ersch.	—	—	nicht ganz zerstört	Chorionepiteliom der Zirbel.	—

erklären imstande wären. Doch scheint beiden Momenten keine solche Bedeutung zuzukommen, wenn man bedenkt, wie häufig ein Hydrops des dritten Ventrikels bei zerebellaren Affektionen — denn eine solche nimmt Müller an — vorkommt und wie häufig weiters Amenorrhoe bei Hirntumoren sich findet, zumal Müller die Intaktheit der Genitalien in diesem Falle besonders hervorhebt.

Die zweite hier in Frage kommende Auffassungsmöglichkeit ist die von Askanazy. Gerade bei der Adipositas aber handelt es sich nicht um gleichwertige Tumoren, wie wir sie vielleicht in den teratoiden Geschwülsten bei der genitalen Hypertrophie besitzen. Es kann also unmöglicherweise die Geschwulstart bestimmend für die Adipositas sein, wie ich das anfänglich selbst glaubte, bevor ich noch genaue Kenntnis der Literatur hatte.

Die dritte Möglichkeit für das Zustandekommen der Fettsucht bei Zirbelaffektionen liegt in der gelegentlichen begleitenden hypoplastischen Konstitution. Es ist nun bemerkenswert, daß eine solche in meiner eigenen Beobachtung bestand, aber so überaus geringfügig war und zudem die Persistenz der Thymus fehlte, so daß sie höchstens als unterstützendes Moment in Frage kommen könnte. Nun hat aber Bartel gerade solche leichte Fälle häufig gefunden und dabei nie so exzessive Grade von Adipositas beobachten können, daß man diesen lymphatischen Status auch für den vorliegenden Fall vernachlässigen könnte; insbesondere deshalb, da es sich ja beim Status hypoplasticus hier um eine angeborene Veränderung handelt, die freilich erst vielleicht unter der Einwirkung der Tumorbildungen im Gehirn zu einer etwas bemerkenswerteren Entwicklung gekommen sein könnte. Doch das sind alles hypothetische Annahmen, die vielleicht am besten durch den Einwand bekämpft werden, daß die Adipositas erst von dem Augenblicke an sich entwickelte, als die ersten Tumorerscheinungen sich bemerkbar machten. Und dann kommt doch noch der sehr wesentliche Umstand in Betracht, daß bei anderen Fällen von Zirbelgeschwülsten mit Adipositas von einem Status lymphaticus nichts erwähnt ist.

Aus all diesen Darlegungen geht hervor, daß die bei Zirbelaffektionen auftretende Adipositas am ehesten auf die Zirbel selbst zu beziehen ist, zumal hier nicht einmal wie bei

der hypophysären Adipositas eine Genitalaffektion im Sinne einer Atrophie vorliegt. Die genaueste Untersuchung der Drüsen in meinem eigenen Falle, die ein so gewiegter Kenner, wie Erdheim selbst vornahm, förderte nichts Positives zutage, abgesehen von einer leichten Schwellung der Thyreoidea. Wenn man deshalb eine pineale Adipositas anerkennt, so muß man mit Rücksicht auf den Befund in meiner eigenen Beobachtung am ehesten eine Vermehrung des funktionierenden Drüsengewebes anerkennen, also einen Hyperpinealismus. Freilich möchte ich dies mit aller Vorsicht behaupten, da in den anderen Fällen von Adipositas es überaus schwer fällt, ein Urteil über den Zustand der Drüsen überhaupt zu gewinnen.

Und schließlich sei noch auf jene Fälle verwiesen, bei denen eine schwere Kachexie mit anderweitigen, der Kachexie gelegentlich eigenen trophischen Störungen, wie Decubitus beschrieben wird. Bei diesen ist eine vollständige Zerstörung der Zirbeldrüse vorhanden gewesen. Es existiert hier ferner eine Analogie mit der hypophysären Kachexie, indem in einer Beobachtung Hempels anfängliche Adipositas späterer Kachexie wich, genau so wie dies in dem Falle Raths bei der Hypophyse bestand. Man wird also auch hier vielleicht von einem Apinealismus zu sprechen das Recht haben, dem klinisch eine schwere Kachexie entspricht.

Faßt man die Ergebnisse der Entwicklung und des normalen anatomischen Befundes zusammen, so zeigt sich, daß man in der Zirbeldrüse eines der konstantesten Gebilde der gesamten Wirbeltierreihe vor sich hat. Für den Menschen erscheint es nun von größter Wichtigkeit, daß ihre hauptsächliche Funktion nur in die Jahre der ersten Kindheit fällt und daß man deshalb Erscheinungen von Seite der Drüse vorwiegend in der frühesten Kindheit wird erwarten können. Es wäre allerdings daneben weiters möglich, daß eine Persistenz der intakten Drüse auch noch in höheren Altern gelegentlich vorkommt, etwa analog jener der Thymus. Doch wäre das noch zu erweisen. Denn aus pathologischen Befunden Schlüsse dieser Art zu ziehen, ist kaum möglich. Jedenfalls müßte man bei einer Wirkungsweise der Drüse auch in höheren Altern Verhältnisse des Organismus annehmen, wie sie in der frühesten Kindheit bestehen. Darum erscheint es einleuchtend, daß wir

Störungen, die direkt auf die Zirbel zu beziehen sind, eigentlich in relativ seltenen Fällen zur Beobachtung bekommen. Die schwere Involution des Organes schon vor der Pubertät spricht entschieden für seine geringe Bedeutung im späteren Leben. Da aber immer noch, selbst bis ins höchste Alter, funktionsfähiges Drüsenmateriale vorliegt, so muß man eine, wenn auch noch so geringfügige Funktion der Drüse auch für das spätere Alter annehmen. Man kann wohl kaum mehr daran zweifeln, daß auch die Zirbeldrüse der Gruppe der Blutdrüsen zuzurechnen ist und daß sie eine, wenn auch bescheidene Rolle in dem komplizierten Mechanismus dieser spielt. Und es hat den Anschein, als ob alle diese Blutdrüsen mit dem Werden und Vergehen des Organismus in engster Beziehung stehen, wie wir dies aus den bei Entartung der Drüsen sich zeigenden Erscheinungen schließen können. Sie haben offenbar bestimmte Affinitäten zu verschiedenen Geweben des Körpers, sind aber scheinbar nur imstande, diese Gewebe in bestimmten Lebensaltern zu beeinflussen. Ihr geordnetes Ineinanderspielen beherrscht demnach die normale Entwicklung des Organismus, ihr geordnetes Ausgeschaltetwerden die normale Involution desselben. Und wenn nun in diesem geordneten Zusammenspiel eine Lücke entsteht, durch exzessives oder unvollkommenes Funktionieren eines dieser Organe, dann wird, sei es in der Evolution oder Involution des Organismus, eine Schädigung entstehen, die sich als trophische Störung progressiver Art bemerkbar macht. Trotzdem von Vielen versucht wurde, dieses Ineinanderspielen der Blutdrüsen zu erklären, ist es bis heute in seinem Wesen nicht erfaßt und man konnte den von Pineles seinerzeit erhobenen Befunden von einem inneren Zusammenhang der Drüsen noch nicht viel Neues hinzufügen. Nur eines glaube ich durch die vorliegenden Ausführungen gezeigt zu haben, daß auch die Zirbeldrüse eine Blutdrüse ist und daß auch diese sich gelegentlich durch ihre krankhaften Veränderungen bemerkbar macht und so ihre Funktionen verrät.

Am Schlusse möchte ich mir erlauben, meinem verehrten Chef Herrn Hofrat Obersteiner für die gütige Durchsicht und Förderung meiner Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

(Nur die im Texte namentlich angeführten sind enthalten.)

A.

Einleitung und normale Anatomie der Zirbel.

Bauer, Vergleichend-anatomische Untersuchungen der hinteren Rückenmarkswurzeln der Säugetiere. Arbeiten aus dem Wiener neurologischen Institut, Bd. XVIII, Heft 1, S. 98.

Cajal-Ramon J., Beitrag zum Studium der Medulla oblongata. Deutsch von Bresler. Leipzig 1896, S. 130.

Dimitrowa Z., Recherches sur la structure de la glande pinéale chez quelques Mammifères. Le Névraxe, Bd. II, Heft 3, 1901.

Edinger, Bau der nervösen Zentralorgane. Bd. II, 7. Aufl. 1903, S. 203 ff.

Favaro Giuseppe, Le fibre nervose prepineali e pineali nell' encefalo di Mammiferi. Archivio di Anatomia e di Embriologia, Vol. III, Fasc. 3, 1904.

Levi Ettore, Studien zur normalen und pathologischen Anatomie der hinteren Wurzeln. Arbeiten aus dem Wiener neurologischen Institut, Bd. XIII, 1906, S. 62.

Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Zentralorgane, 4. Aufl. 1901.

Idem, Die Pathogenese der Tabes. Berliner klin. Wochenschrift 1897, Nr. 42.

Obersteiner und Redlich, Über Wesen und Pathogenese der tabischen Hinterstrangsdegeneration. Arbeiten aus dem Wiener neurologischen Institut 1895, Bd. II, S. 158.

v. Orzechowski, Ein Fall von Mißbildung des Lateralrecessus. Arbeiten aus dem Wiener neurologischen Institut, Bd. XIV, 1903, S. 406.

Reichert C. B., Der Bau des menschlichen Gehirns. Leipzig 1859, II Abt., S. 69.

Retzius G., Das Menschenhirn. Stockholm 1896, S. 54 f. Tafeln XXXIV, XXXVI, XLIII.

Schwalbe G., Lehrbuch der Neurologie. Erlangen 1881.

Ströbe, Über Entstehung und Bau der Hirngliome. Zieglers Beiträge, Bd. XVIII, 1895, S. 405 ff.

Studnička F. K., Die Parietalorgane. Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere. V. Teil. Jena 1905.

B.

Pathologie der Zirbel.

Askanazy M., Teratom und Chorionepitheliom der Zirbel. Verhandl. der deutsch. pathol. Gesellsch. Jena 1906, S. 58.

Bernardini, Ipertrophia cerebrale e Idiotismo. Rivista sperim. di fren. Bd. XIII, 1887, p. 25.

Blanquinque, Gaz. hebdom. 1871, p. 532.

Bouchut M., Kyste du troisième ventricule avec hydrocephalie des ventricules lateraux. Gaz. des hopitaux 1872, Nr. 45.

Campbell A. W., Notes of two cases of dilatation of the central cavity or ventricle of the pineal gland. Transact. of the patholog. society of London 1898, Bd. L, p. 14.

Coats Joseph, An adenoid sarcoma with cartilage originating in the pineal gland. Transact. of the patholog. society of London 1887, Bd. XXXVIII, p. 44.

Daly, A case of tumour of the pineal gland. Brain 1888, Bd. X, p. 234.

Duffin, Tumour implicating corp. quadr. (Clinical society of London.) Lancet 1876, I, p. 888.

Eberth J., Intrakranielles Teratom mesodermalen Ursprungs. Virchows Arch. 1898, Bd. CLIII, S. 71.

Falckson R., Ein Chondrocystosarkom im dritten Ventrikel. Virchows Arch. 1879, Bd. LXXV, S. 550.

Feilchenfeld, Ein Fall von Tumor cerebri (Gliasarkom) der Zirbeldrüse. Neurol. Centralbl. 1885, Bd. IV, S. 409.

Förster, Ein Fall von Markschwamm mit ungewöhnlich vielfacher metastatischer Verbreitung. Virchows Arch. 1858, Bd. XIII, S. 271.

Friedreich, Psammoma kystomatosum hämorrhagicum der Glandula pinealis in Kombination mit Medullarsarkom. Virchows Arch., Bd. XXXIII, S. 165.

Garrod A. E., Pineal cyst. Transaction of the pathol. society of London 1898, Bd. L, p. 12.

Gauderer L., Zur Kasuistik der Zirbeldrüsentumoren (Teratoma glandulae pinealis). Inaug.-Diss. Gießen 1889.

Gowers, Cases of cerebral Tumours ..... Lancet 1879, I, p. 364, Fall 3.

Gutzeit R., Ein Teratom der Zirbeldrüse. Inaug.-Diss. Königsberg 96.

Hempel Karl, Ein Beitrag zur Pathologie der Glandula pinealis. Inaug.-Diss. Leipzig 1901.

Hösslin R. v., Tumor der Epiphysis cerebri. Münchner med. Wochenschr. 1894, Nr. 13.

Joukovsky V., Hydrocephalie et tumeur congenitale de la glande pinéale chez un nouveau né. Revue mensuelle des maladies de l'enfance 1901, Bd. XIX, p. 197.

Kny Eugen, Fall von isoliertem Tumor der Zirbeldrüse. Neurolog. Centralblatt 1889, Bd. VIII, S. 281.

König E., Über ein Psammosarkom der Zirbeldrüse. Inaug.-Diss. München 1894.

Lawrence T. W. P. Tumour of pineal body. Transact. of the pathol. society of London 1898, Bd. L, p. 12.

Lord J. R.. The pineal gland; its normal structure; some general remarks on its pathology; a case of syphilitic enlargement. Ibidem 1898; Bd. L, p. 18 ff.

Marburg O., Hypertrophie, Hyperplasie, Pseudohypertrophie des Gehirns. Arbeiten aus dem Wiener neurologischen Institut, Bd. XIII.

Massot, Lyon méd. 1872, Nr. 15.

Middlemaas, A heavy brain. Lancet Juny 1895, p. 1432.

Müller E., Über die Beeinflussung der Menstruation durch cerebrale Herderkrankungen. Neurolog. Centralbl. 1905, S. 790.

Neumann M., Zur Kenntnis der Zirbeldrüsengeschwülste. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurol. 1901, Bd. IX, S. 337.

Neumann P., Ein neuer Fall von Teratom der Zirbeldrüse. Inaug.-Diss. Königsberg 1900.

Nieden, Fall von Tumor (hydrops cysticus) glandulae pinealis. Centralblatt für Nervenheilk. II. Jahrg. 1879, S. 169.

Nothnagel, Topische Diagnostik der Gehirnkrankheiten. Berlin 1879, S. 206.

Idem, Geschwulst der Vierhügel. Wiener med. Blätter 1888, S. 162, 193, 225.

Oestreich und Slawyk, Riesenwuchs und Zirbeldrüsengeschwulst. Virchows Arch. 1899, Bd. CLVII, S. 475.

Ogle C., Sarcoma of pineal body. Transact. of the pathol. society of London 1898, Bd. L, p. 4.

Pineles, Beziehungen der Akromegalie zum Myxödem. Volkmanns Sammlung klin. Vorträge N. F. 242, 1899.

Pontoppidan K., Ein Fall von Tumor der Zirbeldrüse. Neurolog. Centralbl. 1885, S. 553.

Reinhold H., Ein Fall von Tumor der Zirbeldrüse. Inaug.-Diss. Leipzig 1886.

Russel A. E., Cysts of the pineal body. Transact. of the pathol. society of London 1898, Bd. L, p. 15.

Schmid Gottfried, Über latente Hirnherde. Virchows Arch. 1893, Bd. CXXXIV, S. 93.

Schulz Richard, Tumor der Zirbeldrüse. Neurolog. Centralbl. 1886, Bd. VI, S. 439.

Turner F. Ch., Spindle cell sarcoma of pineal body, containing glandular and carcinomatous structures. Transact. of the pathol. society of London 1885, Bd. XXXVI, p. 27.

Virchow R., Krankhafte Geschwülste. Berlin 1863, Bd. I.

Weigert C., Zur Lehre von den Tumoren der Hirnanhänge. Virchows Arch. 1875, Bd. LXV, S. 212.

Wernicke, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten 1883. Bd. III, S. 299.

Zenner A., A case of tumour of the pineal gland. The alienist and neurologist 1892, Bd. XIII, 4, p. 470.

Ziegler, Lehrbuch der pathologischen Anatomie. 4. Aufl., S. 620.

C.

Adipositas cerebralis

(hypophysäre Adipositas).

Babinski und Onanoff, Tumeur du corps pituitaire . . Revue neurologique 1900, Bd. VIII, p. 531.

Bartel J., Über die hypoplastische Konstitution und ihre Bedeutung. Wr. klin. Wochenschr. 1908, Nr. 22.

Bartels M., Über Plattenepithelialgeschwülste der Hypophysengegend (des Infundibulums). Zeitschr. für Augenheilkunde, Bd. XVI. 1906, S. 407, 530.

Berger, Ein Fall von Tumor der Hypophysengegend mit Obduktionsbefund. Zeitschr. für klin. Medizin, Bd. LIV, 1904, S. 448.

Boyce and Beadles, A further contribution to the study of the Pathology of the Hypophysis cerebri. Journ. of patholog. 1893, p. 359.

Bregmann, Ausfluß von Cerebrospinalflüssigkeit durch die Nase. Festschrift für Obersteiner; Arbeiten aus dem Wr. neurol. Inst. Bd. XV, S. 474, 1907.

Bregmann und Steinhaus, Zur Kenntnis der Geschwülste der Hypophysis und der Hypophysengegend. Virchows Arch. 1907, Bd. 188, S. 360.

Cestan und Halberstadt, Epithelioma kystique del'hypophyse sans hypertrophie du squelette. Revue neurologique 1903, p. 1180.

Cushing Harvey, Sexual infantilism with optic atrophy in cases of tumour affecting the hypophysis cerebri. Journal of nervous and mental diseases 1906, Nov.

v. Eiselsberg, v. Frankl-Hochwart, Über operative Behandlung der Tumoren der Hypophysisgegend. Neurol. Centralbl. 1907, Bd. XXVI, S. 994.

Idem, Ein neuer Fall von Hypophysisoperation bei Degeneratio adiposo genitalis. Wiener klin. Wochenschr. 1908, Nr. 31.

Eisenlohr, Zur Kasuistik der Tumoren der Hypophyse. Virchows Archiv 1876, Bd. LXVIII, S. 461.

Erdheim J., Über Hypophysenganggeschwülste und Hirncholesteatome. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Wien, Bd. CXIII, Abt. III, 1904.

Finkelnburg R., Beitrag zur Symptomatologie und Diagnostik der Gehirntumoren und des chron. Hydrocephalus. Deutsche Zeitschr. für Nervenheilkunde. Bd. XXI, 1902, S. 438 (8. Beobachtung).

Fröhlich A. Ein Fall von Tumor der Hypophysis cerebri ohne Akromegalie. Wiener klin. Rundschau 1901, Nr. 47, 48.

Fuchs Alf., Zur Frühdiagnose der Hypophysistumoren. Wiener klin. Wochenschr. 1903, Nr. 6, S. 151.

Idem, Ein Fall von Hypophysentumor. Demonstration im Verein für Psychiatr. und Neurologie, Wien 1905.

Idem, Ges. für innere Medizin und Kinderheilk. Wien 19. Febr. 1905

Idem, Die Diagnose des Hypophysentumors. Jahrbücher für Psychiatrie 1905, Bd. XXVI, S. 230.

Gläser, Berl. klin. Wochenschr. 1883, Nr. 52, S. 809.

Götzl A. und Erdheim J., Zur Kasuistik der trophischen Störungen bei Hirntumoren. Zeitschr. für Heilkunde 1905, Bd. XXVI, Abt. für innere Medizin, S. 372.

Hippel v., Ein Beitrag zur Kasuistik der Hypophysistumoren. Virchows Arch. 1891, Bd. CXXVI, S. 124.

Ingermann, Zur Kasuistik der Hypophysistumoren. Inaug.-Diss. Bern 1889.

Kleestadt W., Über cystische Tumoren im Bereiche des Infundibulum Inaug.-Diss. München 1906.

Köhler A., Über Hypophysentumoren. Inaug.-Diss. Freiburg 97.

Madelung, Über Verletzungen der Hypophysis. Archiv für klin. Chirurgie 1904, Bd. LXXIII, S. 1066.

Mallins, Notes of a case of intracranial tumour. Lancet 1888, Bd. I, p. 968.

Marburg, Zur Frage der Adipositas universalis bei Hirntumoren. Wr. med. Wochenschrift 1907, Nr. 52.

Idem, Die Adipositas cerebralis ibidem 1908, Nr. 48.

Mohr, Mitteilungen für neuropatholog Studien. Caspers Wochenschr. 1840, Schmidts Jahrbücher 1841, Bd. XXX, S. 334.

Müller E., Über die Beeinflussung der Menstruation durch cerebrale Herderkrankungen. Neurol. Centralbl. 1905, Bd. XXIV, p. 790.

Nazzari, Contributo allo studio anatomo-pathologico delle cisti ipophisi cerebrali e dell infantilismo. Il policlinico 1906, Bd. XIII, p. 415.

Pechkranz, Zur Kasuistik der Hypophysistumoren. Neurologisches Centralblatt 1899, Bd. XVIII, S. 203.

Rath, Beitrag zur Symptomenlehre der Geschwülste der Hypophysis cerebri. Gräfes Archiv 1888, Bd. XXXIV, Heft 4, S. 81.

Schloffer H., Zur Frage der Operation an der Hypophyse. Beiträge zur klin. Chirurgie, Bd. L, Heft 3.

Idem, Erfolgreiche Operation eines Hypophysentumors auf nasalem Wege. Wiener klin. Wochenschr. 1907, Nr. 21 und Nr. 36.

Schüller, Keimdrüsen und Nervensystem. Arbeiten aus dem Wiener neurol. Inst. XVI. (Obersteiner-Festschrift II) S. 208.

Schuster F. X., Beiträge zur Kasuistik der Hirntumoren. Inaug.-Diss. München 1896.

Schuster P., Berliner Gesellschaft für Psychiatrie und Neurologie. Sitzung vom 14. Mai 1900. Neurol. Centralbl. 1900, Bd. XIX, S. 540.

Selke, Über ein epitheliales Papillom des Gehirns. Inaug.-Diss. Königsberg 1891.

Sträußler, Zur Symptomatologie und Anatomie der Hypophysengangsgeschwülste. Arbeiten aus der psychiatr. Klinik, Prag, Bd. I, 1907, S. 38.

Tandler und **Groß**, Untersuchungen an Skopzen. Wr. klin. Wochenschrift 1908, Bd. XXI, Nr. 9.

Uthoff, Wachstumsanomalien bei der temporalen Hemianopsie, beziehungsweise den Hypophysenaffektionen. Deutsche med. Wochenschr. 1907, Nr. 38, S. 1563.

Wills E., Tumour of pituitary body without Acromegale. Brain 1892, Bd. XV, p. 465.

Zak E., Über Hypophysistumoren. Wr. klin. Rundschau 1904, Nr. 10 und 11.

Zöllner F., Ein Fall von Tumor der Schädelbasis, ausgehend von der Hypophyse. Arch. für Psych. 1908, Bd. XLIV, Heft 2.

Eine vergleichende anatomische Studie des Thalamus opticus der Säugetiere.

Von

Dr. Ernest Sachs,

New-York.

(Mit 11 Abbildungen im Text.)

Die Untersuchungen über den Thalamus opticus bewegten sich in den letzten Jahren meist nach zwei Richtungen: die eine dahin gehend, so viel als möglich Kerne im Thalamus abzuscheiden, die andere zu versuchen, wie diese Kerne mit den über- oder untergeordneten Zentren zusammenhingen. Auf beiden Gebieten liegt eine ganze Reihe wertvoller Resultate vor, die aber vielfach nicht übereinstimmen. Wenn man sich nun fragt, worin die Ursache dieser Divergenzen gelegen ist, so kann man sie vielleicht darin finden, daß die Autoren in den Unterteilungen der Kerne des Thalamus zu weit gegangen sind, daß mit Detailforschungen begonnen wurde auf einem Gebiete, wo von einer allgemeinen Übersicht noch nicht gut die Rede sein kann. Daher soll im folgenden der Versuch gemacht werden, zunächst eine allgemeine Übersicht über die Hauptkerne des Thalamus bei den Hauptgruppen der Säugetiere zu gewinnen.

Als Thalamus sensu strictiori wollen wir nur das Gebiet von der hinteren Commissur bis zur ventral absteigenden Taenia bezeichnen. Das hypothalamische Gebiet (unter Forels H 2), sowie das epithalamische Gebiet (Habenularegion) werden wir nicht berücksichtigen, desgleichen nicht die beiden Geniculata.

Versucht man im genannten Gebiet eine Einteilung unter Zugrundelegung der Angaben der verschiedenen Autoren, so ergibt sich bereits eine große Schwierigkeit. Es wird dies am

besten klar werden, wenn man die hauptsächlichsten Einteilungen nebeneinander stellt. So erkennt v. Monakow beim Menschen:

I. Tuberculum anterius:
  1. Ant. a.
  2. Ant. b.
  3. Ant. c.
II. Lateralkern:
  1. Lateral a.
  2. Lateral b.
III. Medialer Kern:
  1. Medial a (Nucleus magno-cellularis).
  2. Medial b (Centre médian von Luys).
  3. Medial c.
IV. Ventraler Kern:
  1. Ventral a.
  2. Ventral b.
  3. Ventral c.
  4. Ventral anterior.
V. Hinterer Kern.

Nissl unterscheidet (nach Kölliker) beim Kaninchen:

I. Vorderer Kern.
  A. Vorderer dorsal.
  B. Vorderer ventral.
    1. Dorso-medial.
    2. Ventro-lateral.
II. Vorderer medialer Kern.
III. Medial mittlerer Kern.
IV. Ventraler Kern der Gitterschicht.
V. Lateraler Kern der Gitterschicht.
VI. Dorsaler Kern der Gitterschicht.
VII. Kern der Mittellinie (dieser von III. in einen dorsalen und ventralen Teil gespalten).
VIII. Lateraler Kern (Großzelliger Kern).
IX. Medial hinterer Kern.
X. Ventraler Kern:
  A. Ventral-lateral.
  B. Ventral-dorsal.
  C. Ventral-medial.

XI. Lateral hinterer Kern.
XII. Ganglion Habenulae:
A. Lateral.
B. Medial.
XIII. Hinterer Kern.

Münzer und Wiener haben dagegen beim Kaninchen die folgenden Kerne beschrieben:

I. Nucleus anterior:
A. Dorsale Abteilung.
B. Mediale Abteilung.
C. Ventrale Abteilung.
II. Kern der Mitellinie.
III. Nucleus arcuatus (dorsal und ventral).
IV. Nucleus reticularis ventralis.
V. Nucleus reticularis dorsalis.
VI. Nucleus anterior lateralis.
VII. Nucleus magno-cellularis.
VIII. Nucleus medialis posterior.
IX. Nucleus lateralis anterior et posterior.
X. Nucleus ventralis.
XI. Nucleus posterior.

Haller teilt den Thalamus der Maus folgendermaßen ein:

I. Nucleus dorsalis.
II. Nucleus medianus.
III. Nucleus frontalis.
IV. Oberer Schalenkern.
V. Hinterer Schalenkern.
VI. Lateralkern.
VII. Zona intermedia thalami.
VIII. Nucleus posterior.
IX. Centre median.
X. Nucleus arcuatus.

Unter der Annahme, daß der Thalamus des Menschen die höchste Entwicklung zeigt, soll seine Einteilung dem folgenden zugrunde gelegt werden. Man wird vielleicht am besten sein Auskommen finden, wenn man den Thalamus zu diesem Behufe in drei hintereinander gelegene Abschnitte zerlegt, die keine bestimmten Grenzen besitzen: Zunächst das occipitale Drittel (Fig. 1).

Es ist im wesentlichen das Rezeptionsorgan der sensiblen Centripetalbahnen. Es ist charakterisiert durch das Pulvinar, die zwei durch Markfasern scharf abgrenzbaren Kerne, Centre médian und Nucleus arcuatus, ferner den Nucleus lateralis ventralis. Das cerebrale Drittel (Fig. 2) ist hauptsächlich charakterisiert durch den

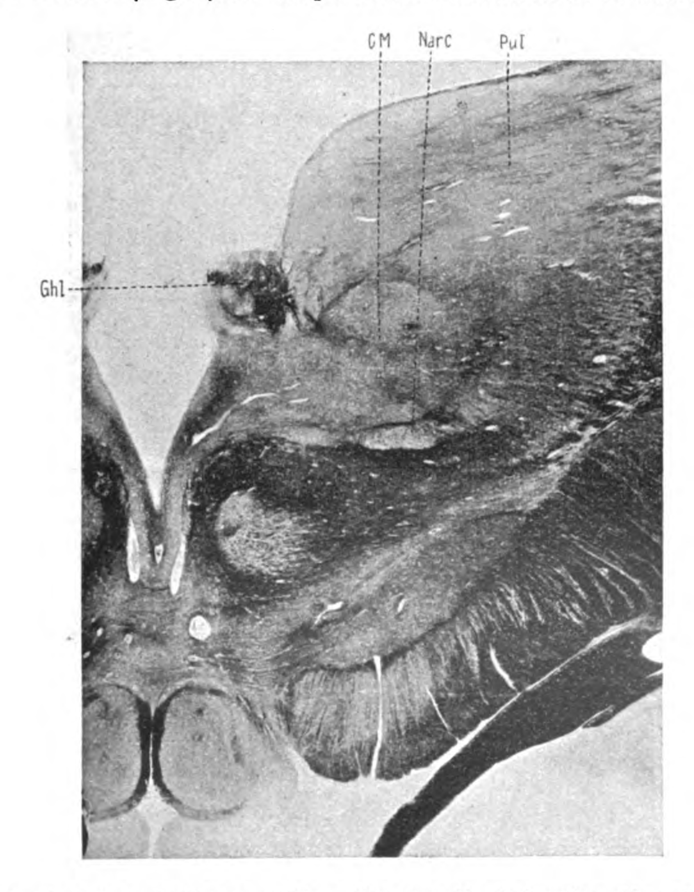


Fig. 1. Mensch. *C.M.* Centre médian; *Ghl.* Ganglion habenulae; *Narc* Nucleus arcuatus; *Pul.* Pulvinar.

Nucleus dorsalis magnus (Nucleus anterior), die Taenia thalami mit der begleitenden grauen Substanz, die wir Taeniakern nennen wollen, und den Nucleus lateralis. Hier bestehen hauptsächlichst Beziehungen zur olfaktorischen Region. In diesem Gebiete sind die Nuclei dorsales disseminati zu erwähnen, welche den

Nucleus dorsalis magnus begleiten, aber trotz der räumlichen Beziehungen nicht auch gleichzeitig funktionelle zu besitzen scheinen. Das intermediäre Drittel (Fig. 3) ist durch die besondere Ausbildung der medialen und lateralen Kerne charakterisiert, von

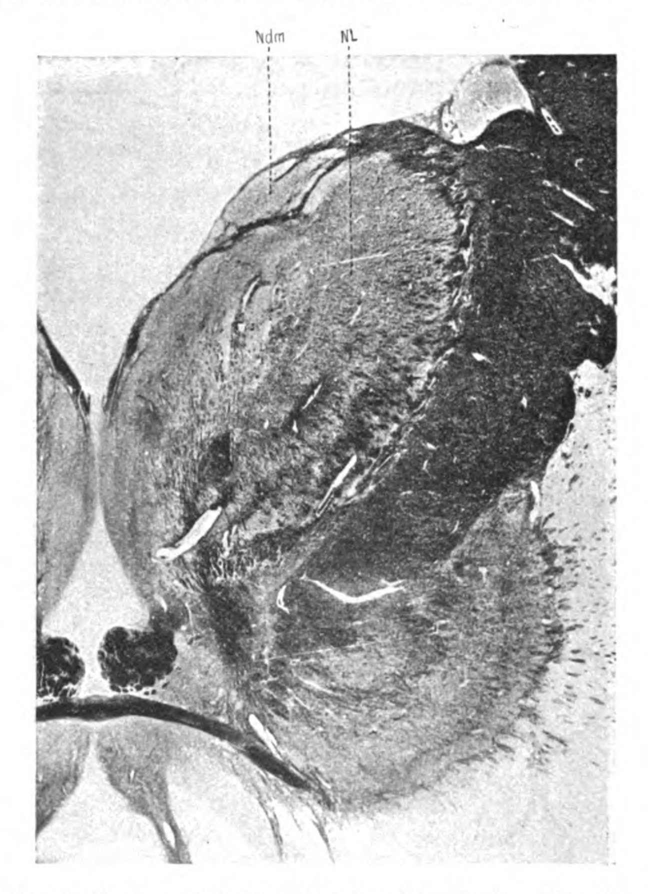


Fig. 2. Mensch. Vorderes Thalamusdrittel. *Ndm.* Nucleus dorsalis magnus; *NL.* Nucleus lateralis.

denen nur der laterale eine Unterteilung zuläßt durch Abscheidung des Nucleus lateralis ventralis internus und Nucleus lateralis ventralis externus. Demzufolge erkennen wir im Thalamus folgende Kerne an:

Nucleus anterior oder Nucleus dorsalis magnus (N. d. m.).
Nuclei dorsales disseminati (N. d. d.).

Taenia thalami und Taeniakern (T. th.).
Nucleus medialis (N. m.).
Nucleus lateralis (dorsalis) (N. l.)
Nucleus lateralis ventralis (N. l. v.).

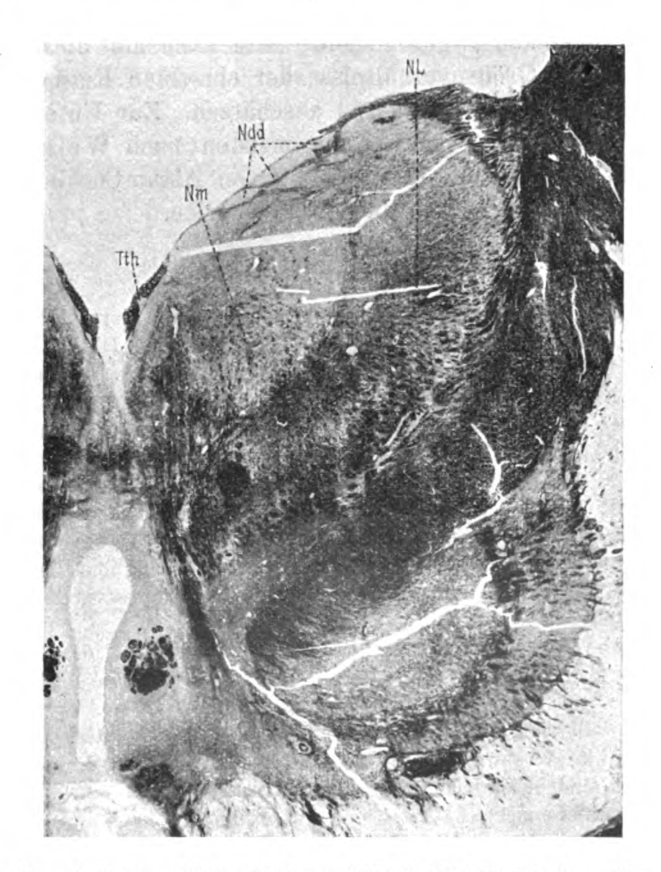


Fig. 3. Mensch. Intermediales Thalamusdrittel. *Ndd.* Nuclei dors. disseminati; *NL.* Nucl. lateralis; *Nm.* Nucleus medialis; *Tth.* Taenia thalami.

1. Nucleus lateralis ventralis internus (N. l. v. i.).
2. Nucleus lateralis ventralis externus (N. l. v. e.).

Centre median von Luys (C. M.).
Nucleus arcuatus (N. arc.).
Kern der Mittellinie (N. R.) (später zu erwähnen).
Pulvinar (Pul.).

Es hat diese Einteilung noch den Vorteil, daß man beim Studium nicht lediglich auf Zellpräparate angewiesen ist, sondern auch Faserpräparate nach Weigert-Pal benutzen kann. Denn die genannten Kerne sind nicht nur durch eine dichte Fügung ihrer Zellen charakterisiert, sondern sie sind auch durch Marklamellen voneinander geschieden. Man kann auf diese Weise auch leicht die Größenverhältnisse der einzelnen Kerne bei den verschiedenen Tieren annähernd abschätzen. Zur Untersuchung kamen Serien von 34 Tieren, die meisten nach Weigert-Pal gefärbt, gewöhnlich mit Nachfärbung von Alaun-Cochinelle oder Van Gieson, gelegentlich auch Nissl-Serien.

Pitheci und Prosimii.

Orang. Der N. d. m. liegt zuerst medial, rückt dann lateralwärts, bis er schließlich verschwindet. Liegt an der Oberfläche. Die N. d. d. sind gut zu sehen. Sie ziehen lateralwärts, wo sie sich mit dem Nucleus lateralis verbinden. Es sind dieser zwei: einer liegt medial, der andere lateral vom N. d. m. Der N. m. kann in mehrere Teile geteilt werden, die aber nicht konstant sind. Der N. l. besteht aus einem dorsalen und ventralen Teil. Der ventrale Teil kann in einen internen und externen geschieden werden. Das C. M. ist gut zu sehen, wie es zwischen den Fasern der Lamina medullaris medialis liegt. Der N. arc. liegt ventral vom C. M. und ist deutlich zu erkennen. In der Commissura media liegen große Ganglienzellen, die sich gegen die Mitte des Thalamus in einer ventralen Gruppe vereinigen. Die T. th. ist mäßig groß.

Hylobates gleicht im wesentlichen dem Orang. Der N. d. m. ist größer und wird von den N. d. d. überlagert, liegt infolgedessen in der Tiefe.

Pithecus nasicus gleicht dem Hylobates. N. d. m. ist aber nicht so groß, verhält sich, was N. d. d. betrifft, wie beim Hylobates.

Macacus rhesus. gleicht dem Hylobates. Der N. d. m. ist groß. Die N. d. d. sind bedeutend größer, als bei den anderen Affen. C. M. und N. arc. gut differenziert.

Cynocephalus gleicht Hylobates.

Ateles gleicht wiederum im wesentlichen dem Orang bis auf das Tieferrücken des N. d. m. durch die Überlagerung der N. d. d. Die N. d. d. ziehen sich gegen den N. l. und in ihrer kaudalen Fortsetzung liegt das Pulvinar, das mit dem geniculatum laterale in inniger Verbindung steht.

Cebus. Ähnlich Ateles. N. m. auffallend klein.

Lemur (Fig. 4). Der N. d. m. sehr groß, T. th. sehr groß, C. M. nicht deutlich zu erkennen. N. arc. vorhanden. N. d. d. gut entwickelt und ins Pulvinar übergehend.

Bei den Affen lassen sich alle die genannten Teile wiederfinden, jedoch bei den verschiedenen Gruppen nicht in der

gleichen Deutlichkeit. Was zuerst die Taenia thalami betrifft, besteht sie aus einem zarten Bündelchen, das nur von einem mäßigen grauen Belag in dem vordersten Teil begleitet ist. Je tiefer wir in der Affenreihe kommen, desto größer ist die Fasermasse der Taenia und das sie begleitende Grau. Es ist dieses deshalb von Wichtigkeit, weil dadurch die Lage des N. d. m. beeinflußt wird, der durch die Taenia mehr lateral-

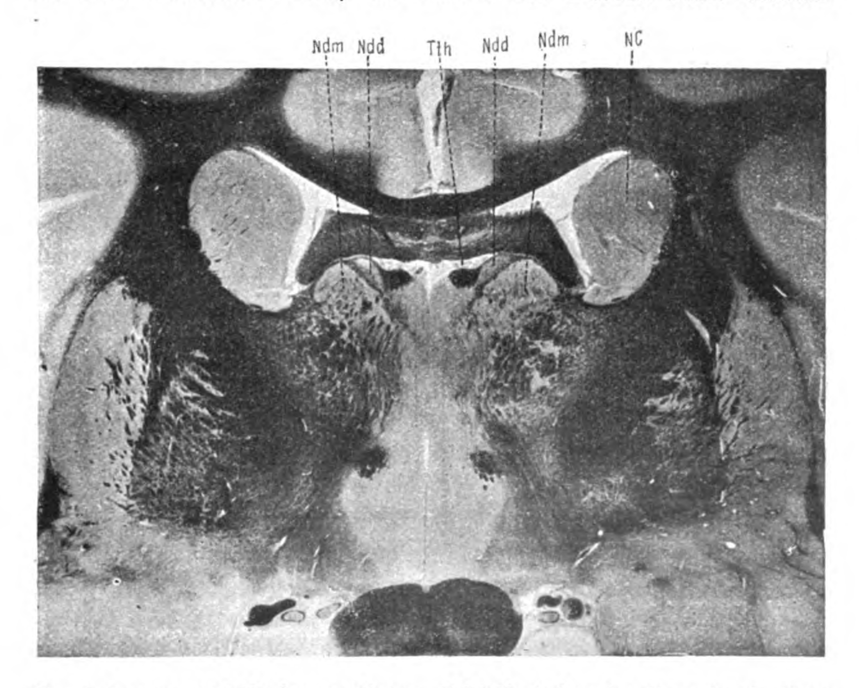


Fig. 4. Lemur. *NC* Nucleus caudatus; *Ndd* Nucl. dorsales disseminati; *Ndm* Nucl. dorsalis magnus; *Tth* Taenia thalami.

wärts abgedrängt wird. Der N. d. m. selbst ragt nur bei dem Orang über der Oberfläche hervor und bleibt bis an sein hinteres Ende oberflächlich gelegen. Bei all den anderen Affen ragt er wenigstens im Beginne gleichfalls über der Oberfläche hervor, wird aber gegen sein Ende von zwei kleinen Kernen, die ihn anfangs medial und lateral begleiten, bedekt (N. d. d.). Gleichzeitig ist zu bemerken, daß je tiefer man in der Affenreihe steigt, desto besser die Entwicklung des N. d. m. ist. Der N. m. ist beim Orang am besten entwickelt, beim Lemur am schlechtesten, doch

läßt sich eine Reihe vom Orang zum Lemur nicht bilden, da sich Ateles und Cebus dem Orang nähern. Im N. m. sind bei manchen Affen mehrere Abteilungen zu erkennen, die aber nicht konstant sind. Der N. l. ist am gleichmäßigsten entwickelt, allerdings nur in seinem Hauptteil; dorsal scheinen die N. d. d., die von frontal occipitalwärts mehr und mehr anwachsen und sich vereinigen, eine separate Abteilung des Kerns zu bilden. Dieser separate Teil geht nach rückwärts allmählich über in die Pulvinarregion und beim Lemur kann man sehen, wie die Pulvinargegend sich enge an das ziemlich weit hinaufreichende Corpus geniculatum laterale anschließt. Bei allen Affen unterscheidet man einen dorsalen und ventralen Teil des N. l. und in dem ventralen Teil einen internen und externen Teil. Die letztere Einteilung ist nur stark ausgeprägt bei Orang, Hylobates, Cynocephalus, Pithecus nasicus, Cebus. Das Centre médian de Luys zeigt bei den verschiedenen Affen in bezug auf seine Größe Unterschiede, wobei die Fasern der Lamina medullaris medialis als Begrenzung des Kerns maßgebend waren. Nur bei den höheren Affen tritt der Kern infolge schärferer Begrenzung deutlicher hervor. Bei den niederen Affen, besonders bei dem Lemur läßt er sich schwer abscheiden. Der N. arc. ist scheinbar viel konstanter, denn er zeigt viel weniger Unterschiede und war bei allen untersuchten Affen klar zu sehen. In der Commissura media liegen Ganglienzellen von mäßiger Größe. Im vorderen Teile der Commissur sind sie gleichmäßig verteilt, gegen das hintere Ende bilden sie eine dichtere Masse im ventralen Teile der Commissur, so daß ein Kern gebildet wird, der vielleicht infolge der Ähnlichkeit seiner Lage mit dem Nucleus reuniens der niederen Tiere zu vergleichen ist.

Chiroptera.

Pteropus edulis. Die Taenia thalami ist sehr gut entwickelt, hat auch eine mäßig große graue begleitende Substanz. N. d. m. ist groß und rückt lateralwärts. Er verschwindet durch Überlagerung der N. d. d. in die Tiefe. Diese letzteren sind sehr klar zu sehen und gut entwickelt. In den hinteren Teilen des Thalamus, nachdem der N. d. m. verschwunden ist, vereinigen sie sich und werden allmählich in den N. l., respektive Pulvinar aufgenommen. Der N. l ist im Verhältnis zu den anderen Kernen nicht sehr groß, in seinem vorderen Teile lateral zusammengedrückt. Man kann leicht einen dorsalen und ventralen Teil erkennen. Der ventrale Teil ist uniform und läßt sich nicht weiter zerlegen. In den Nissl-Präparaten, die von diesem Tier zur Ver-

fügung standen, fanden sich allerdings auch dorsal einzelne Zellgruppen, die jedoch schwer abgrenzbar waren. Der N. m. ist im Vergleich zu dem Lateralkern klein. Im hinteren Teil des Thalamus kommt zwischen dem N. m. und N. l. v. eine hellere Zone zum Vorschein. Dieses ist offenbar der N. arc. Gerade dorsal von diesem, respektive in dem ventralen Teil des N. m. sind die Zellen (Nissl-Präparat) etwas dichter angeordnet; da aber die vorhandenen Weigert-Präparate nicht die charakteristische Einrahmung des C. M. zeigen, ist es zweifelhaft, ob diese dichteren Zellen als Centre median zu bezeichnen sind. Die Differenzierung der Zellen scheint uns nicht deutlich genug. In der Commissura media sind Ganglienzellen in der Mittellinie angehäuft.

Bei den Chiropteren sind nach diesen Befunden nicht alle Teile des Thalamus wiederzufinden, hingegen springen andere sehr deutlich vor. Dieses ist der Fall mit der T. th., und auch der N. d. m. und die N. d. d. sind durch ihre starke Entwicklung und Größe auffällig. Der N. m. und N. l. sind beide im Vergleich zu den N. d. m. und N. d. d. klein und schlecht entwickelt. N. arc. ist angedeutet, während ein C. M. nicht sicher nachweisbar ist. Ein Kern in der Commissura media ist deutlich vorhanden.

Carnivora.

Canis. Die Taenia thalami ist sehr stark entwickelt, begleitendes Grau mäßig. N. d. m. ist ausnahmsweise groß (Fig. 5) und ragt sehr hoch über die dorsale Fläche des umliegenden Thalamus. Er behält diese Stelle bei, wird aber spinalwärts allmählich bedeckt von einem N. d. d. (Fig. 6), der anfangs medial von ihm lag. Ehe der N. d. m. in die Tiefe sinkt, kann man an ihm eine unklare Einteilung erkennen, wobei ein dorsaler und ventraler Teil abgeschieden wird. N. d. d. ist auch von sehr bedeutender Größe und verschmilzt mit dem lateralen Teil (N. l. respektive Pulvinar). Der laterale Kern zeigt hinten deutlich Teilungen in einen dorsalen und lateralen Teil, der letztere zerfällt in einen internen und externen Abschnitt. N. m. ist bedeutend kleiner, als N. l. und uniform. N. arc. ist gut entwickelt. Ein C. M. ist mit Sicherheit nicht zu erkennen. Im ventralen Teil der Commissura media ist eine deutliche Zellgruppe.

Felis domestica ist dem Canis sehr ähnlich. Der N. d. m. und N. d. d. sind sehr gut entwickelt. Erstere ist nicht geteilt. C. M. ist auch unklar.

Herpestes. T. th. stark entwickelt, etwas graue Substanz. N. d. m. sehr groß, ragt über den Rest des Thalamus, verschwindet in die Tiefe und wird überlagert von einem großen N. d. d. Sobald N. d. m. verschwunden ist, gruppieren sich die anderen vier Kerne N. m., N. d. d., N. l. und N. l. v. um einen exzentrischen Punkt, so daß die vier Teile ungleiche Sektoren eines Kreises bilden. Der N. d. d. und N. l. v. werden kurz nachher kleiner, so daß der ganze Thalamus aus dem N. m. und N. l.

besteht. N. arc. ist gut differenziert, von einem Centre médian ist nichts zu sehen. In der Commissura media ist eine Ansammlung von Zellen. die sich von dem Rest der grauen Commissur deutlich unterscheiden läßt.

Mustela foina. T. th. gut entwickelt. N. d. m. von ziemlicher Größe wird von einem N. d. d. bedeckt, der dorsal hervorragt und der mit dem N. l. verschmilzt. N. m. ist schwach entwickelt. N. l. dagegen sehr ausgeprägt. Ein ventraler Teil N. l. v. ist zu erkennen und dieser zeigt deutlich einen internen und externen Teil. N. arc. ist sehr gut entwickelt und hat eine charakteristische Schalenform. Es ist fraglich, ob ein Centre médian zu

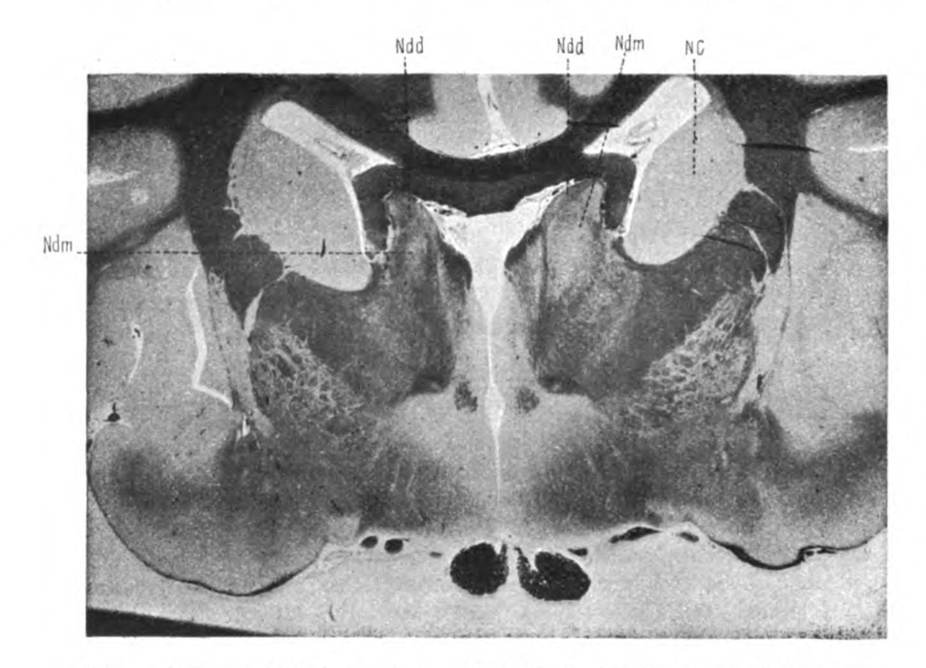


Fig. 5. Canis. *NC* Nucl. caudatus; *Ndd* Nucl. dorsales disseminati; *Ndm* Nucl. dorsalis magnus.

erkennen ist, da es sich nur um eine in dem ventralen Teile des N. m. vorhandene dichtere Zellfügung handelt. In der Commissura media sind im vorderen Teile die Ganglienzellen unregelmäßig gruppiert. Etwas weiter spinalwärts sind sie verschmolzen und nehmen elliptische Form an. Noch weiter spinalwärts verschwinden die zwei lateralen Spitzen, nachdem sie vorher lateralwärts in die Gegend, wo der N. arc. entsteht, gerückt sind.

Lutra vulgaris. T. th. und Kern mäßig ausgeprägt. N. d. m. nicht besonders groß, sinkt in die Tiefe. N. d. d. bedeckt ihn und schließt sich dem N. l. an. N. m. sehr klein und schlecht entwickelt. N. l. ist nicht besonders groß, hat einen dorsalen und ventralen Teil. N. arc. ist zu erkennen, nicht

typisch schalenförmig. C. M. ist etwas undeutlich, kann aber doch erkannt werden. In der Commissura media ist ventral im kaudalen Abschnitt eine Gruppe von Zellen zu sehen.

Nasua socialis. T. th. stark ausgeprägt. N. d. m. klein und nicht gut von der Umgebung zu unterscheiden, wird von den N. d. d. überlagert. Die N. d. d. ziehen lateralwärts und verbinden sich mit dem N. l. N. m. sehr unbedeutend und von dem N. l. gegen die Mittellinie gedrängt. Der N. l. ist sehr stark entwickelt und zeigt eine ventrale Abteilung den N. l. v. N. arc. ist in seiner charakteristischen Form zu sehen. C. M.

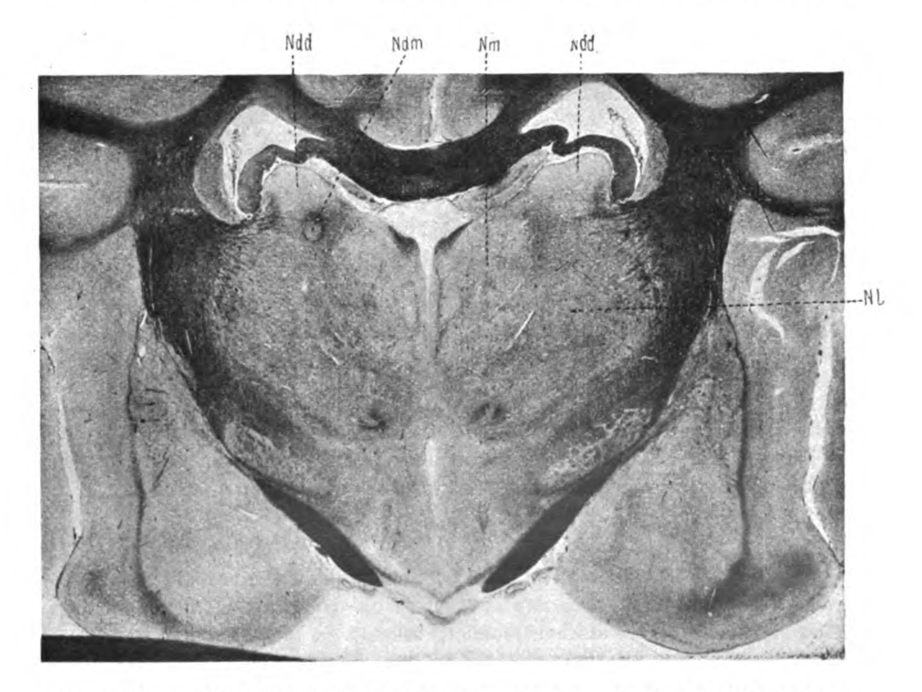


Fig. 6. Canis. *Ndd* Nuclei dorsales disseminati; *Ndm* Nucl. dorsalis magnus; *Nm* Nucleus medialis; *Nl* Nucl. lateralis.

ist nicht mit Bestimmtheit zu unterscheiden. In der Commissura media gruppieren sich Zellen in der ventralen Gegend.

Diese Tiergruppe ist besonders interessant, da der N. d. m. und der N. d. d. bei den einzelnen Vertretern derselben große Varianten in bezug auf die Entwicklung aufweisen. Man sieht beim N. d. m. die größten Differenzen, einerseits eine mächtige Entwicklung bei Canis, Felis, Herpestes und Mustela foina, anderseits eine geringe bei Lutra und Nasua. Wo der N. d. m. sehr groß ist, konnte

er sogar in zwei Teile differenziert werden. Die N. d. d. bestehen aus mehreren Teilen. Wenn sie gut entwickelt sind, ist einer dieser Kerne immer von viel bedeutenderer Größe und stets lateral gelegen. Vor ihrem Verschwinden verschmelzen sie zu einem Kern. N. m. ist im Vergleich zu den anderen Kernen sehr unbedeutend und nicht gut entwickelt, auch homogen und zeigt keine Differenzierung. N. l. ist groß. Bei allen Tieren ist ein N. l. v. zu erkennen, der eine Unterteilung in eine externe und interne Partie aufweist mit Ausnahme von Lutra und Nasua.

Ob ein Centre médian vorhanden ist, ist sehr fraglich. Wir konnten in keinem einzigen Falle uns vollkommen überzeugen, daß dieser Kern existiert. N. arc. wurde bei jedem Tier bestimmt gesehen. Seine Form ist nicht immer schalenförmig, doch liegt er immer an seiner typischen Stelle dorsomedial von dem Forelschen Streifen H 2. Alle diese Tiere zeigten eine gut differenzierte Zellgruppe in dem ventralen Teil der Commissura media.

Pinnipedia.

Phoca vitulina. Der N. d. m. ist mäßiger Größe und kann in einen dorsalen und ventralen Teil geteilt werden. Die N. d. d. sind in Mehrzahl vorhanden. Ob sie sich mit dem N. l. verbinden, konnten wir nicht feststellen, da die Serie in den spinalen Teilen inkomplett ist. N. l. ist sehr groß und kann in einen dorsalen und ventralen Teil geteilt werden.

Insectivora.

Talpa Europaea. T. th. ist gut entwickelt und hat eine sehr ausgeprägte begleitende graue Substanz. N. d. m. ist gut zu erkennen, liegt aber, sobald er zum Vorschein kommt, schon weit lateral wegen der Größe des Taeniakernes. Die graue Substanz um die Taenia bildet hier einen bestimmten Kern, den wir Taeniakern nennen. Der N. d. m. und die N. d. d. zeigen keine hervortretende Charakteristika. Der N. m. ist ausnahmsweise groß und sehr gut zu sehen. N. l. ist groß. N. d. d. ist gut zu erkennen. N. m. ist sehr groß und abgegrenzt. N. l. ist groß, homogen, zeigt auch eine ventrale Abteilung in seinem spinalen Teil. N. arc. und C. M. sind nicht angedeutet. In der Commissura media ist ein gut differenzierter Kern, der in dem cerebralen vorderen Teil der Commissur liegt.

Rodentia.

Dipus aegypticus. T. th. mäßig entwickelt, hat ziemlich viel graue Substanz um sich herum. N. d. m. ist groß, ragt dorsal über den Rest des Thalamus hervor und liegt im vorderen Teil medial, nimmt sehr bald eine mehr laterale Stellung ein und wird da von dem N. d. d. bedeckt.

N. d. d. rückt lateralwärts von seiner Stellung medial vom N. d. m. und verbindet sich mit dem N. l. respektive Pulvinar. N. m. ist unbedeutend, klein aber gut differenziert. N. l. ist sehr groß, zeigt eine ventrale Abteilung. N. l. v. Der N. arc. ist gut zu erkennen, hat seine charakteristische Form. C. M. ist sehr unklar und es scheint fraglich, ob ein solches abzutrennen ist, obgleich eine ventrale Verdichtung im medialen Kern zu erkennen ist. In der Commissura media liegt eine Gruppe Zellen, die einen individualisierten Kern bilden.

Cricetus frumentarius. T. th. sehr stark entwickelt. Die graue Substanz der Taenia auch sehr gut ausgeprägt. N. d. m. mäßig groß, liegt an der Oberfläche, wird dann von einer Kernmasse in die Tiefe gedrängt. N. d. d. stellt eine Kernmasse dar, die den N. d. m. überlagert und mit N. l. verschmilzt. N. d. d. ist nicht scharf abgrenzbar durch einen Faserzug, besteht aber aus anderen Zellen als N. d. m. N. m. ist gut entwickelt. N. l. ist groß, hat einen ventralen Teil, der aber im Verhältnis zu dem dorsalen Teil klein ist. N. arc. ist unklar, hat auch nicht eine charakteristische Form. C. M. ist nicht zu erkennen, obgleich der ventrale Teil des N. m. eine Verdichtung seiner Zellen zeigt. In der Commissura media ist die Verteilung der Ganglienzellen uniform, so daß keine separater Kern zu erkennen ist.

Hystrix cristata. T. th. und Taenia-Kern sehr stark entwickelt. N. d. m. mäßig groß. N. d. d. schiebt N. d. m. in die Tiefe. Er ist von einer beträchtlichen Größe und nimmt eine laterale Stellung an, wo er mit dem N. l. sich vereinigt. N. m. ist klein, hauptsächlich in seinem vorderen Teile. In seinem hinteren Teile ist er besser entwickelt. N. l. ist bei weitem der best entwickelte Kern und zeigt ein N. l. v. sehr deutlich. N. arc. ist zu erkennen, hat aber nicht seine typische Form, obgleich er in derselben Gegend zu sehen ist. Von einem M. L. ist nichts Bestimmtes zu sehen. In der Commissura media findet sich eine Zellgruppe.

Cavia cobaya sehr ähnlich wie bei Hystrix. Die Kerne sind von gleicher relativer Größe, keiner ist außergewöhnlich entwickelt. Das C. M. ist auch hier nicht zu erkennen. In der Commissura media ist eine Gruppierung der Zellen sehr fraglich.

Lepus cuniculus. T. th. und Taeniakern groß. N. m. ist ziemlich groß und gut differenziert. N. l. ist sehr groß, zeigt einen ventralen Teil; der ganze N. l. und N. l. v. liegen in ihrem spinalen Teile dorsalwärts. N. arc. ist gut zu erkennen und charakteristisch in seiner Form. Centre median ist an seiner charakteristischen Stelle in der Schale des Arcuatus zu erkennen.

Mus rattus. T. th. und Taeniakern mäßig entwickelt, N. d. m. klein, verschwindet sehr bald, wird von N. d. m. überlagert. N. d. d. verbindet sich mit N. l., N. m. schwach entwickelt. N. l. sehr groß. N. l. v. vorhanden, aber bedeutend kleiner, wie der dorsale Teil (N. l.). C. M. nicht zu erkennen. N. arc. ist zu sehen, aber nicht in seiner charakteristischen Schalenform. In der Commissura media liegt ein Kern.

Wenn wir diese Gruppe zusammenfassen, finden wir eine starke Entwicklung der Taenia thalami und ihres Kerns bei

allen Tieren der Gruppe. N. d. m. und N. d. d. zeigen nichts von Bedeutung, sind aber vorhanden. N. m. ist weniger stark ausgeprägt, in seinem Verhältnis zu den anderen Kernen nicht gut entwickelt. N. l. ist sehr groß und ragt hervor. Der N. arc. ist vorhanden, muß aber als solcher mehr durch seine Lage, als durch seine Schalenform erkannt werden. C. M. war nirgends zu erkennen bis auf Lepus, wo er zum Vorschein kam. Ein Kern in der Commissura media war überall vorhanden, bis auf Cricetus frumentarius. Er war gut differenziert, lag stets in der Mittellinie.

Ungulaten.

Artiodactyla. Sus scrofa domestica. T. th. ungemein stark entwickelt. Auch der Taeniakern besteht hier aus zwei Teilen. N. d. m. mittelgroß, ist in seinem cerebralen Anfang nicht ganz an der Oberfläche wegen der Größe der Taenia, die ihn überragt. Er schiebt sich aber dann kurz danach an die Oberfläche, bis er in seinem spinalen Teil wieder von den N. d. d. heruntergedrängt wird. Die N. d. d. verschmelzen mit dem N. l. Der N. m. ist ziemlich groß, scharf abgegrenzt. N. l. ist gut entwickelt, hat einen ventralen Teil (N. l. v.). N. arc. und C. M. sind nicht bestimmt zu erkennen, obgleich eine Teilung in der Gegend, wo sie liegen sollten, zu sehen ist. In der Commissura media sind nicht viele Ganglienzellen und nur in ein paar aufeinanderfolgenden Schnitten ist eine Gruppierung, die einem Kern ähnlich ist, zu sehen.

Bos taurus juvenilis. T. th. sehr groß und auch der Taeniakern. N. d. m. verhältnismäßig klein, wird von N. d. d. bedeckt und sinkt in die Tiefe. Es sind zwei deutliche N. d. d. zu erkennen, sie überlagern den N. d. m., vereinigen sich mit dem N. l. N. m. ist mäßig groß. Der N. l. ist sehr groß und hat einen ventralen Teil (N. l. v.). N. arc. ist zu erkennen. C. M. nicht zu unterscheiden. In der Commissura media liegen eine große Anzahl Ganglienzellen, die sich aber nicht zu einem Kern gruppieren.

Camelus dromedarius (Fig. 7). T. th. gut entwickelt, Kern der Taenia nicht so bedeutend. N. d. m. ist mäßig groß, kommt nirgends an die Oberfläche und ist in seiner ganzen Länge von N. d. d. bedeckt. Er sinkt in die Tiefe, wo er verschwindet. N. d. d. sind groß und vereinigen sich mit dem N. l. N. m. ist von mäßiger Größe und gut zu erkennen. N. L. ist sehr groß und ist in einen dorsalen und ventralen Teil geteilt. C. M. sehr klar zu sehen, an seiner charakteristischen Stelle dorsal vom N. arc. Letzterer gut zu erkennen, schalenförmig. In der Commissura media gruppieren sich die Ganglienzellen zu einem Kern, der in der Mitte der Commissur liegt.

Perissodactyla. Equus caballus. T. th. sehr stark entwickelt, auch der Kern der Taenia. N. d. m. groß, liegt an der Oberfläche und wird dann gegen sein spinales Ende von dem N. d. d. bedeckt. N. d. d. vereinigt sich mit N. l. N. m. ist groß und stark differenziert von seiner Umgebung. N. l. ist sehr groß, hat auch einen ventralen Teil N. l. v. N. arc.

ist gut zu erkennen. C. M. nicht zu finden. In der Commissura media in seinem spinalen Teile ist ein deutlicher Kern zu sehen.

Wir sehen in dieser Gruppe, daß die T. th. sehr stark entwickelt ist und auch der Taeniakern weit deutlicher und stärker ist, als wir ihn bisher gefunden haben. Bei Sus kann

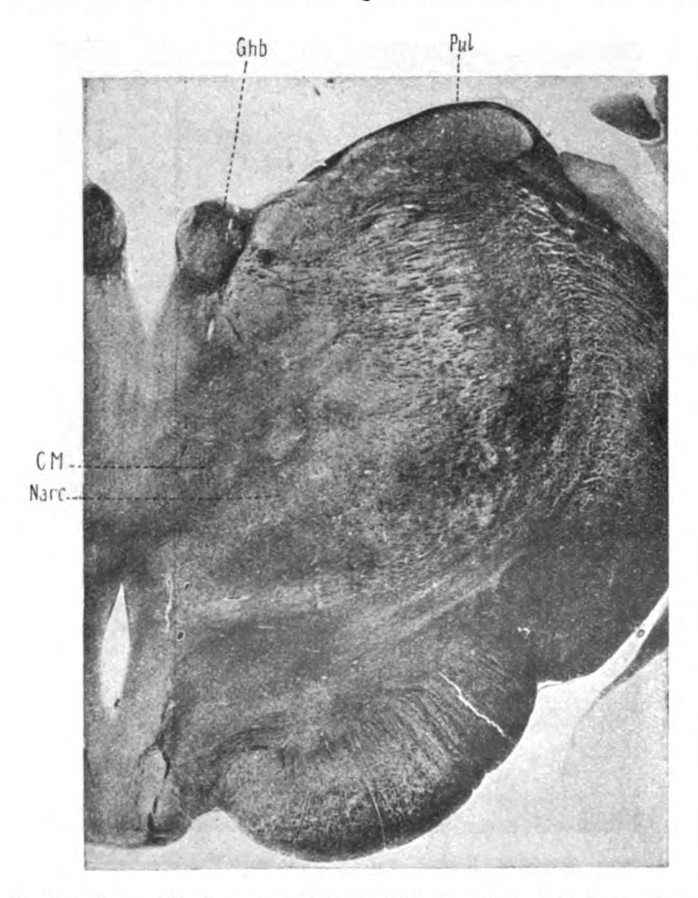


Fig. 7. Camelus. *CM* Centre médian; *Ghb* Gangl. habenulae; *Narc* Nucl. arcuatus; *Pul* Pulvinar.

man sogar zwei Teile dieses Kernes erkennen. N. d. m. spielt eine unbedeutende Rolle und kommt an die dorsale Fläche des Thalamus. Dagegen sind die N. d. d. ziemlich groß und stechen gut hervor. N. m. ist auch nur mäßig groß und im Vergleich zu dem lateralen Kern ist er unbedeutend. N. l. ist wieder

sehr groß und prominent, welches auch bei N. l. v. der Fall ist. N. arc. und C. M. sind variabel, kommen manchmal gut zum Vorschein, dann sind sie wieder nicht zu erkennen. Diese Unterschiede betreffen das C. M. viel mehr als den N. arc. Der Kern

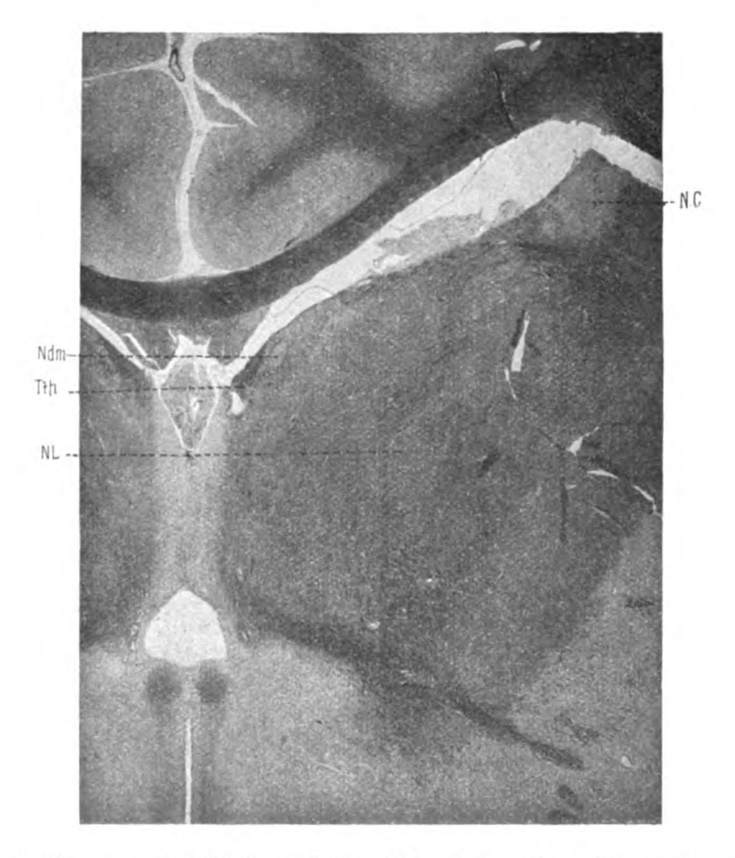


Fig. 8. Phocaena. *N.C* Nucl. caudatus; *Ndm* Nucleus dorsalis magnus; *NL* Nucleus lateralis; *Tth* Taeniae thalami.

der Mittellinie ist nicht gut entwickelt, die Ganglienzellen liegen meistens gleichmäßig verteilt in der Commissura media.

Natantia.

Phocaena communis (Fig. 8). T. th. ist von mäßiger Größe. Taeniakern klein. N. d. m. kaum als Kern zu sehen, so klein ist er. Es liegen mehrere Kerne an der dorsalen Fläche des Thalamus, die den N. d. d. ganz ähnlich

sind. Sie verbinden sich mit dem N. l. in der spinalen Gegend. N. m. ist groß und erstreckt sich sehr weit lateralwärts. N. l. ist auch ein mächtiger Kern, hat einen dorsalen und ventralen Teil (N. l. v.). N. arc. ist sehr gut ausgeprägt. Der C. M. ist auch gut zu erkennen, doch ist es lange nicht so deutlich, als der N. arc. In der Commissura media sind Ganglienzellen, die sich im spinalen hinteren Teile sammeln, und zu sehen sind, bis der elliptische Kern (Hatschek) anfängt.

Delphinus tursio. T. th. mäßig groß, graue Substanz gering. N. d. m. nicht zu erkennen. Es liegen mehrere nicht gut differenzierte Massen N. d. d. an der dorsalen Fläche, die spinalwärts mit den N. l. verschmelzen. N. m. unbedeutend und schlecht entwickelt. N. l. sehr groß, N. l. v. sehr ausgeprägt. N. arc. gut zu sehen, dagegen C. M. nicht zu erkennen. In der Commissura media vor dem elliptischen Kern ist ein großer Kern vorhanden.

Diese Gruppe zeigt eine mäßige Entwicklung der Taenia und des Taeniakerns. Von einem N. d. m. ist nur wenig vorhanden. Die N. d. d. sind zu erkennen, doch sind diese auch sehr schlecht entwickelt. Der N. m. zeigt eine etwas stärkere Entwicklung, doch im Vergleich mit seinem Nachbar, dem N. l., ist er unbedeutend. Der N. l. ist sehr groß und wo er seine größte Entwicklung erreicht, nimmt er fast den ganzen Thalamus in Anspruch. N. arc. ist überall vorhanden und von beträchtlicher Größe. C. M. ist verschieden. Beim Delphin konnten wir ihn nicht erkennen. In der Commissura media liegt nebst dem Nucleus ellipticus ein gut differenzierter Kern.

Bruta.

Dasypus septemcinctus. T. th. sehr breit und groß; der Taeniakern ist von ungewöhnlicher Größe. N. d. m. mäßig groß, liegt aber infolge der Größe der T. th. und des Taeniakernes sehr weit lateral. Er verschwindet in der Tiefe und wird von einem Kern heruntergedrängt, der aber nicht gut abgegrenzt ist, nämlich dem N. d. d. Letzterer ist nicht klar differenziert, ist etwas diffus, verschmilzt aber auch mit dem N. l. respektive Pulvinar. N. m. ist nicht groß, aber gut zu erkennen. N. l. ist gut entwickelt, ist aber nicht um so viel größer, als die anderen Kerne, wie man es gewöhnlich findet. Er hat einen ventralen Teil (N. l. v.). Eine helle Zone (N. arc.) ist zu sehen, doch ist diese so unklar und schlecht von der Umgebung zu unterscheiden, daß wir nicht bestimmt behaupten können, daß ein N. arc. vorhanden ist. Für ein C. M. sind keine Anhaltspunkte. In der Commissura media sind die Ganglienzellen ziemlich gleichmäßig verteilt, so daß von einem individualisierten Kern kaum die Rede sein kann.

Marsupialia.

Macropus (Fig. 9, 10, 11). T. th. sehr stark entwickelt, auch ein Taeniakern ist prominent (Fig. 9). N. d. m. ist zuerst von der Taenia bedeckt,

schiebt sich aber an die Oberfläche, wo er als großer Kern zu sehen ist. Die N. d. d. (Fig. 10), die in mehr spinaler Ebene den N. d. m. bedecken, kommen zum Vorschein, nachdem der N. d. m. schon seine größte Entwicklung erreicht hat. Diese N. d. d. vereinigen sich mit dem N. l. N. m. ist gut ausgeprägt, kommt erst weiter spinalwärts als gewöhnlich zum Vorschein. N. l. groß, zeigt einen ventralen Teil (N. l. v.). N. arc. ist gut zu erkennen (Fig. 11).

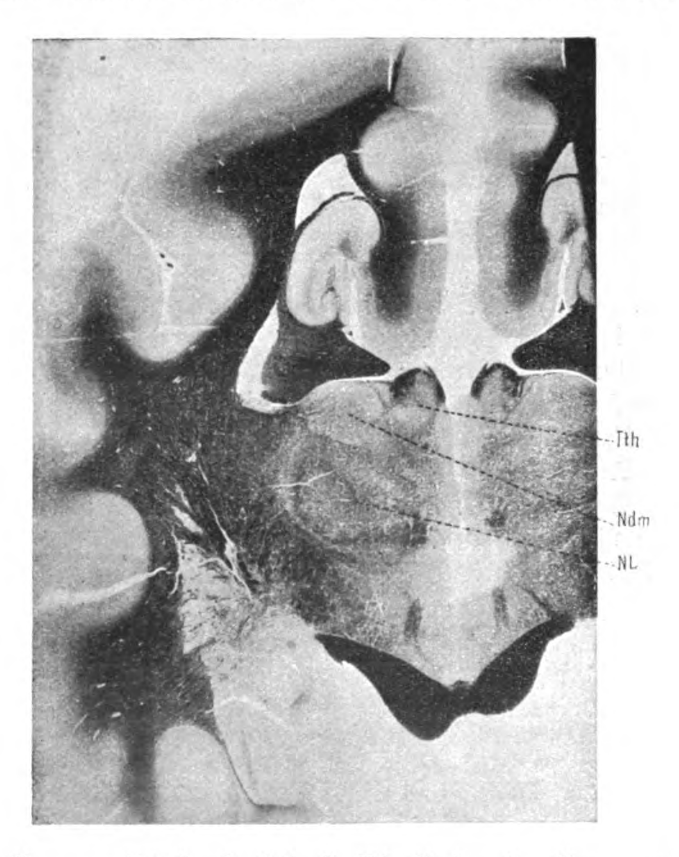


Fig. 9. Macropus. *Tth* Taenia thalami; *Ndm* Nucleus dorsalis magnus; *NL* Nucl. lateralis.

C. M. ist auch gut ausgeprägt. In der Commissura media gruppieren sich die Ganglienzellen zu einem deutlichen Kern.

Phascolarctus cinereus zeigt dieselben Verhältnisse wie der Macropus. In der Commissura media erkennt man einen deutlichen Kern.

Perameles nasuta. T. th. und Taeniakern sehr gut entwickelt. N. d. m. mäßig groß, wird spinalwärts von dem N. d. d. überlagert. Die N. d. d. sind groß, verbinden sich mit dem N. l. Der N. m. ist gut ent-

wickelt. N. l. und N. l. v. gut differenziert. N. arc. ist zu sehen, aber nicht sehr deutlich abgegrenzt. C. M. ist nicht zu sehen. In der Commissura media liegt ein Kern.

Phalangista vulpina gleicht Perameles, hat aber keinen Kern, der als N. arc. deutlich zu erkennen ist.

Diese Gruppe hat die Kerne gut ausgeprägt, doch existieren Differenzen unter den einzelnen Gliedern derselben. Die T. th. und Taeniakern sind sehr stark bei allen Tieren vorhanden.

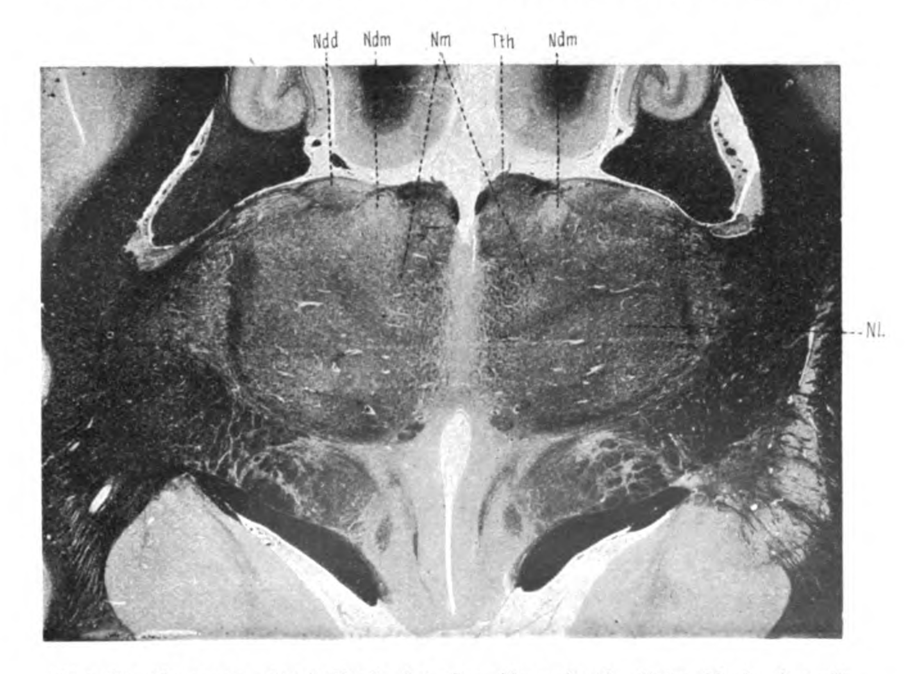


Fig. 10. Macropus. *Ndd* Nucl. dorsales disseminati; *Ndm* Nucl. dorsalis magnus; *Nm* Nucleus medialis; *Tth* Taenia thalami; *NL* Nucl. lateralis.

Der N. d. m. ist bei Macropus und Phascolarctus groß, während er bei Parameles und Phalangista weniger stark entwickelt ist N. d. d. sind ungefähr gleich entwickelt in der ganzen Gruppe. N. m. ist gut ausgeprägt, aber nicht sehr groß. N. l. und N. l. v. sind sehr groß. C. M. ist sehr schön zu sehen bei Macropus und Phascolarctus, während er bei den anderen zwei Tieren nicht zu erkennen ist. N. arc. war bei allen Tieren vorhanden. Ein Kern in der Commissura media wurde beobachtet.

Aus allen diesen Beobachtungen geht die immerhin bemerkenswerte Tatsache hervor, daß kaum ein Hirnteil in der Säugergruppe existieren dürfte, der so uniform gebaut ist wie der Thalamus; denn wenn man vom Centre médian absieht, das ja auch beim Menschen variable Ausbildung zeigt und dessen Existenz nicht immer sicher zu erweisen war, finden sich die übrigen Kerne in vollkommener Deutlichkeit bei allen Tier-

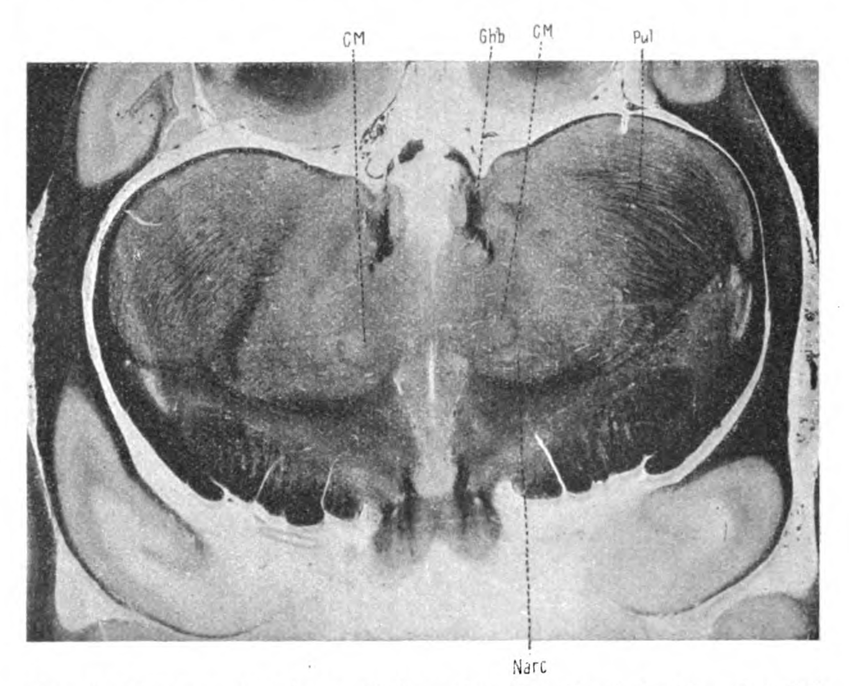


Fig. 11. Macropus. *CM* Centre Médian; *Ghb* Ganglion habenulae; *Pul* Pulvinar; *Narc* Nucl. arcuatus.

klassen wieder. Eine Divergenz besteht nur insoferne, als die einzelnen Kerne bei den verschiedenen Tierklassen eine differente Größenentwicklung aufweisen, die keineswegs zusammenfällt mit den natürlichen Ordnungen der Tiere. Am schönsten kann man das am Nucleus dorsalis magnus wahrnehmen. Dieser Kern stellt gemeinhin eine mehr oder minder ovoide Masse dar, die durch eine Kapsel scharf von der Umgebung abgetrennt ist. Als sein besonderes Charakteristikum gilt beim Menschen die makro-

skopisch sichtbare Hervorwölbung über die Oberfläche (Tuberculum anterius). Dieses Verhalten ist aber keineswegs bei allen Tieren vorhanden, auch ist es nicht als Zeichen besonders großer Entwicklung des Kerns anzusehen. Prominent ist er bei den niederen Affen, Chiropteren, Carnivoren (mit Ausnahme von Lutra und Nasua), Insectivoren, Dipus aegypticus, Perissodactyla, Macropus und Phascolarctus. Keine Prominenz verursacht er bei höheren Affen, Lutra, Nasüa, Pinnipedia, Rodentia (Ausnahme Dipus aegypticus), Artiodactyla, Natantia, Bruta, Perameles, Phalangista. Aber selbst wenn der Nucleus dorsalis magnus in seinen vorderen Partien die Oberfläche überragt, so kann er doch in den hinteren Partien in die Tiefe sinken, bedingt durch die Überlagerung der N. d. d.

Eine zweite Eigentümlichkeit des N. d. m. besteht darin, daß er bei einzelnen Tieren (Canis und Phoca) in zwei deutliche Abteilungen geschieden werden kann. Am größten ist der N. d. m. bei den Carnivoren und Dipus aegypticus, während er am kleinsten bei den Pinnipediern, Lutra, Natantiern ist.

Trotzdem auf die Faserverhältnisse beim Studium keine Rücksicht genommen wurde, lassen sich doch beim N. d. m. verschiedene Faserzüge mit mehr oder minder größerer Deutlichkeit abscheiden. Erstens der Fasciculus thalamo-mamillaris, dessen Mächtigkeit mit der Größe der N. d. m. zusammenhängt; ferner ein zweiter Faserzug, welcher den Kern an seiner ventralen Seite verläßt und parallel der Taenia ventralwärts zieht, und drittens Fasern, welche den Kern dorso-lateral verlassen (oder in ihn münden) und durch die innere Kapsel dorso-lateralwärts ziehen. Vielleicht, so wenigstens läßt sich aus der Verlaufsrichtung schließen, tendieren diese Fasern zum Gyrus fornicatus-Gebiet, ähnlich wie es Livini für Hypsiprimnus beschreibt.

Wenn man nun versucht, diese Befunde physiologisch zu verwerten, so ist es von vornherein klar, daß der N. d. m. in engster Beziehung zum Olfactorius steht. Es genügte allein die Verbindung mit dem Mamillare, um diese wahrscheinlich zu machen. Allein es kommt noch dazu der Umstand, daß der N. d. m. bei den Tieren, bei denen der Geruch auf einer hohen Entwicklungsstufe steht, wie bei Carnivoren und Rodentiern, besonders mächtig entwickelt ist, während umgekehrt bei den Tieren,

bei denen der Geruch eine geringere Rolle spielt, wie bei den Natantiern der Kern auch schlecht entwickelt ist.

Parallel mit dieser Entwicklung des N. d. m. geht jener der T. th. Sie ist in allen Fällen von grauer Substanz begleitet ohne daß jedoch immer die Notwendigkeit vorliegt, einen eigenen Taeniakern abzutrennen. Nur dort, wo der N. d. m. sehr groß, ist, ist auch die graue Masse der Taenia ziemlich groß (Insectivoren, Rodentier, Ungulaten, Marsupialier), so daß von einem Taeniakern gesprochen werden könnte. Es ist wohl derselbe, den Monakow Nucl. ant. C., Münzer und Wiener Kern der Mittellinie nennen und den auch Nissl (nach Kölliker) besonders hervorhebt.

Schon beim Menschen treten dorsal am Thalamus in den cerebralen Gebieten kleine Kerne auf, die von Obersteiner den charakteristischen Namen Nuclei dorsales disseminati erhalten haben. Es wäre unmöglich, nach dem Befunde beim Menschen etwas Näheres über die Zugehörigkeit und den Zusammenhang dieser Kerne zu berichten. Hier bringt nun die Vergleichung mit den anderen Tierklassen einigen Aufschluß. Es zeigt sich nämlich, daß diese Kerne eine ganz charakteristische Lage zum N. d. m. besitzen, indem sie ihm medial oder lateral anliegen. Später vereinigen sich die getrennten Teile, und zwar zunächst, indem sie bei einzelnen Tierklassen den N. d. m. dorsal überlagern. Der vereinigte Kern rückt dann lateral und formiert eine Kuppe auf dem Nucleus lateralis. Trotzdem diese beiden letztgenannten Kerne innigst miteinander vereinigt sind, bewahrt der große N. d. d. seine Selbständigkeit, bis er schließlich ins Pulvinar übergeht. Die engen Beziehungen des Pulvinar zum Geniculatum laterale und Tractus opticus legen den Gedanken nahe, daß der N. d. d. in die Gruppe der Opticuskerne gehört, obleich für diese Annahme, abgesehen von den Lagebeziehungen, keine Beweise vorhanden sind. Dieser Kern wurde auch von Monakow separat beschrieben als N. lateralis A., von Livini als N. triqueter. Schon in der ersteren Bezeichnung allein liegt die Annahme, daß es sich um einen Teil des lateralen Kerns handelt.

Der Nucleus medialis ist in der ganzen Tierreihe ein wohl abgegrenzter distinkter Kern. Er reicht allerdings nicht überall gleich weit cerebralwärts und schon aus diesem Umstande ist zu

entnehmen, daß er verschiedene Größenentwicklung besitzt. Gelegentlich läßt er eine Zweiteilung erkennen, derart, daß ein schmaler Streifen grauer Substanz durch eine der lamina medullaris-medialis parallele Markplatte abgeschieden wird. Dieser Kern ist Monakow unter dem Namen Med.-C. bekannt. Er findet sich besonders beim Orang, Ateles, Cynocephalus, Pithecus nasicus, Pteropus edulis und Canis.

Wenn ein Kern eine aufsteigende Entwicklung in der Tierreihe zeigt, eine Entwicklung, die mit seiner Größe zusammenhängt, so ist es der Nucleus medialis. Er ist beim Menschen am mächtigsten und zugleich faserreichsten und nimmt nach abwärts mehr und mehr ab. Vielleicht läßt sich dieser Umstand dahin verwerten, daß der Nucleus medialis, wie dies Kirchhoff gezeigt hat, zur Mimik innige Beziehungen besitzt, daß seine Läsion das Nothnagelsche Symptom der mimischen Gesichtslähmung erzeugt.

Relativ am wenigsten von allen Kernen zeigt der Nucleus lateralis Schwankungen in der Ausbildung bei den verschiedenen Tierklassen. Er ist charakterisiert durch seinen Faserreichtum, der insbesondere seine ventralen Partien betrifft. Dort hat man auch das Recht, einen eigenen Kern abzuscheiden als Nucleus lateralis ventralis. Es ist jedoch in den vorliegenden Serien ohne Zuhilfenahme spezieller Zellpräparate unmöglich, diese ventralen lateralen Kerne noch unterzuteilen, wie dieses. z. B. v. Monakow getan hat. Man hat nur mit Rücksicht auf dessen Befunde das Recht den vordersten Teil des Ventralis als selbständigen Kern zu bezeichnen. Er gehört dem intermediären Teil des Thalamus an. Er scheidet sich auch dadurch von den hinteren Kernen des ventralen Drittels, weil diese gelegentlich eine Zweiteilung erkennen lassen, in eine innere und äußere Abteilung, bei den Affen und bei allen Carnivoren, bis auf Lutra und Nasua.

Einige Worte seien auch jenem Gebiet gewidmet, das man als Stratum reticulatum (Gitterschicht) bezeichnet. Letztere besteht beim Menschen wesentlich aus einer Markplatte mit durchflechtenden Fasern. Bei einzelnen Tieren nun wird diese Platte dadurch verbreitert, daß graue Substanz in sie eingelagert erscheint und man so vielleicht das Recht hat, hier von einem Kern der Gitterschicht zu sprechen. Im vorliegenden ist jedoch dieser Teil zum Lateralkern einbezogen worden.

Zwei Kerne des hinteren Drittels beanspruchen eine gewisse Hervorhebung, weil sie zu den divergentesten gehören, die sich bei den verschiedenen Tierklassen im Thalamus finden. Das Centre médian darf deswegen als selbständiger Kern angesehen werden, weil es beim Menschen am deutlichsten von einer eigenen Markkapsel umgeben ist und so seine Individualität dokumentiert. Es scheint darum nicht gerade angezeigt, v. Monakow zu folgen und das Centre médian als Teil des N. m. aufzufassen, auch dann nicht, wie das in der Tat der Fall ist, wenn bei einzelnen Tierklassen das Centre médian anscheinend in der ventro-lateralen Ecke des N. m. liegt. Er findet sich als selbständiger Kern bei allen Pitheci, Lepus, Camelus, Natantia, Macropus, Phascolarctus, läßt jedoch seine Selbständigkeit vermissen bei Lemur, Pteropus edulis, Carnivoren, Insectivoren, Rodentia (Lepus ausgeschlossen), Sus, Bos juvenilis, Equus, Bruta, Perameles, Phalangista.

Im Gegensatz dazu ist die Constanz des Nucleus arcuatus bemerkenswert, insbesondere deshalb, weil hier immer eine deutliche Begrenzung durch Marklamellen zu konstatieren war. Auch der Umstand ist hervorzuheben, daß der Kern beim Menschen keineswegs die größte Entwicklung erfahren hat, sondern daß sich bei niederen Tieren ein größerer Schalenkern findet. Ein Vikariieren dieser beiden letztgenannten Kerne, d. h. größeres C. M. und kleinerer N. arc. findet sich bei den Pitheci, Lepus, Natantia, Macropus, größerer N. arc. und kleineres C. M. bei Lemur, Pteropus, Carnivoren, Rodentia und Perameles. Aus diesem Umstand scheint hervorzugehen, daß die beiden Kerne in innigsten Beziehungen zueinander stehen, wie dies ja auch durch die physiologischen Experimente festgestellt wurde.

Es ist bemerkenswert, daß ein Kern, den Edinger bei den niederen Vertebraten als N. reuniens besonders hervorgehoben hat, und der durch seine Lage in der Mittellinie allein charakterisiert genug ist, bisher eigentlich wenig Erwähnung gefunden hat. Cajal spricht von ihm als foro romboidal bei Ratte, Meerschweinchen und Kaninchen und erwähnte, daß Nissl ähnliches gefunden habe. Ziehen hebt in seiner Arbeit über die Monotremen in einer Anmerkung, einen ähnlich gelegenen Kern, den er dem Reuniens vergleichen möchte,

hervor. Livini beschreibt ihn bei Hypsiprymnus. Nach Edinger ist der Reuniens charakterisiert durch seine Lage in der Mittellinie. Im Commissurengebiete, ungefähr gegen die Mitte des Thalamus, vielleicht eher ein bißchen dahinter, findet er sich in dem geschilderten Gebiete bei allen Vertebraten teils diffus gelagert, wie bei Cricetus, Sus, Bos Taurus, teils jedoch einen geschlossenen Kern bildend, in allen den anderen Tiergruppen. Sein gleichmäßiges Vorkommen, die identische Lage sprechen wohl dafür, daß man den Kern als Nucleus reuniens differenzieren kann. Natürlich kann man seine Bedeutung aus diesem Befunde nicht erschließen, sie muß nur bei allen Vertebraten die gleiche sein.

Dieses wären in kurzem die Resultate der orientierenden Durchsicht der Thalami optici der höheren Vertebraten. Es ist nicht zu verkennen, daß sie unzulänglich sind, welche Unzulänglichkeit jedoch in der Eigenart des Materials seine teilweise Entschuldigung findet. Es vermögen jedoch diese Studien eine Grundlage zu bilden, von der aus der feinere Aufbau des Thalamus erschlossen werden könnte.

Zum Schluß möchte ich meinen besonderen Dank Herrn Hofrat Professor Obersteiner aussprechen für seine Liebenswürdigkeit, mir die Präparate des Institutes zur Verfügung zu stellen und auch für seinen freundlichen Rat während meiner Arbeiten.

Literatur.

Edinger, Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane des Menschen und der Tiere, Bd. I, 7. Aufl. 1904, Bd. II, 7. Aufl. 1908.

Ganser, Vergleichend-anatomische Studie über das Gehirn des Maulwurfs. Morphologisches Jahrbuch Bd. VII.

Hatschek und Schlesinger, Der Hirnstamm des Delphins. Arbeiten aus dem Neurologischen Institute, Wien 1902.

Haller, Vom Bau des Wirbeltiergehirns. Teil III, Mus. Morphologisches Jahrbuch Bd. XXVII.

Krause und Klemperer, Untersuchungen über das Centralnervensystem der Affen. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften, Teil II, Berlin 1904.

Kükenthal, Vergleichend anatomische Untersuchungen an Waltieren, Teil I, Jena 1889.

Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. VI. Aufl. 1896.

F. Livini, Il Proencefalo di un Marsupiale (Hypsiprymnus rufescens). Archivio di Anatomia e di Embriologie, 1907, Vol. VI, 4.

Mann, British Medical Journal, S. 289—294, 1905.

Marburg, Atlas des menschlichen Nervensystems, 1904.

v. Monakow, Archiv für Psychiatrie Bd. XXVII, 1895.

Derselbe. Gehirnpathologie, Wien 1905.

Münzer und Wiener, Das Zwischen- und Mittelhirn des Kaninchens. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie Bd. XII, 1902.

Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. IV. Aufl. 1901.

S. Ramón y Cajal, Textura del sistema nervioso, p. 701, Bd. II, Madrid 1904.

Turner J., Notes on the minute structure of the human optic thalamus. Brain 1903.

Ziehen, Das Centralnervensystem der Monotremen und Marsupialier 1901.

(Aus der I. Wiener medizinischen Klinik des Herrn Prof. Dr. C. v. Noorden und dem neurologischen Institute.)

Zur Kenntnis der traumatischen Konusläsionen.

Von

Prof. Dr. L. v. Frankl-Hochwart.

Die Verletzungen des Conus und der Cauda wurden in letzterer Zeit vielfach diskutiert; die Sache hat durch die eventuell einzuleitenden chirurgischen Eingriffe ein erhöhtes Interesse bekommen (vgl. das Referat Cassirers, D. Z. f. N., Bd. XXX, S. 382). Daß aber noch so viele differential-diagnostische Fragen ihrer Erledigung harren, hängt zum nicht geringen Teil damit zusammen, daß wir nur über relativ wenig hierher gehörige Nekropsien verfügen.

Fischler (Z. f. Nervenheilkunde, Bd. XXX, S. 364) erwähnt in seiner Arbeit nur 9 hierher gehörige Fälle, von denen jedoch einige Komplikationen aufweisen. Dazu kommt noch der Fall Zimmers (ib. Bd. XXXIII, S. 100). Neben dem typischen Bilde der Vesico-Rectalschwäche und typischer Sensibilitätsstörung waren noch Lähmungen, eventuell Atrophien vorhanden: im Falle von Erb-Schultze (Erb, Arch. f. Psychiatrie, Bd. V, S. 785; Schultze, Virchows A., Bd. LXXIII, S. 448), von Kirchhoff (Arch. f. Ps., Bd. XV, S. 607), Herter (New-York med. J. Aug. 91, S. 197), Valentini (Z. f. kl. Med., Bd. XXII, S. 245), Müller (D. Z. f. N., Bd. XIX, S. 303). Nur geringfügige Kombinationen mit Paresen zeigten die Fälle von Oppenheim (A. f. Ps., Bd. XX, S. 298), Sarbo (A. f. Ps., Bd. XXV, S. 409), Raymond-Cestan (Gaz. des hôpitaux 1902, Juli, S. 789), Bálint und Benedict (Z. f. N., Bd. XXX, S. 1). Man vgl. noch die Dis-

kussionsbemerkungen H. Schlesingers: Bericht der Sitzung des Vereines deutscher Nervenärzte (D. Z. f. N., Bd. XXXV).

Es ist daher immerhin die Mitteilung einer Nekropsie eines Falles von Interesse, der den isolierten Typus darstellt. Für die genaue Führung der Krankengeschichte bin ich Herrn Assistenten Dr. Groag, für die Unterstützung bei der histologischen Untersuchung Herrn Hofrat Obersteiner, sowie Herrn Doz. Dr. Marburg zu besonderem Danke verpflichtet.

L.. Anton, Bauer, 37 Jahre, aufgenommen an der I. medizinischen Klinik am 13. Januar 1908. Anamnese: Hereditär nicht belastet, keine Lues, kein Alkoholismus. 1893 und 1904 Schmerzen im Hypochondrium. 1904 Gallensteinoperation; Heilung. Mai 1897 Sturz von einem Baum beim Absägen von Ästen, von zirka 8 Meter Höhe. Pat. wurde sofort bewußtlos; nach Angabe der Umgebung soll er auf den Rücken gefallen sein. Pat. mußte sofort zu Bett gebracht werden, lag 6 Wochen in einem Spitale. Die Bewegung der Extremitäten war nicht behindert; hingegen bestand totale Harnverhaltung, welche Katheterismus nötig machte. Der Stuhl war retardiert. Inkontinenz wurde anfangs nicht beobachtet. Nach zirka 2 Monaten gelang es dem Pat. hie und da einige Urintropfen zu entleeren, bei starken Körperbewegungen gingen hie und da kleinere Harnmengen ab. Dabei hatte Pat. das Gefühl der vollen Blase, nie aber quälenden Harndrang. Der Gang soll etwas unsicher geworden sein; auch fiel dem Pat. eine leichte Abmagerung der Beine auf. Während Pat. früher sehr starke libido hatte und jeden zweiten Tag mit seiner Frau verkehrte, war nun jeglicher Sexualtrieb völlig erloschen. Bei Versuchen, den Coitus auszuführen, war die Erektion so gering, daß sie eben gerade zu einer Immissio penis genügte. Die Ejakulation erfolgte sehr spät, meist blieb sie völlig aus; mit dem Sperma soll hie und da Harn abgegangen sein. Das Wollustgefühl war null oder fast null. Da die Beschwerden stabil geworden waren, suchte P. das Spital auf.

Die Untersuchung (15. Januar) ergab: Brustorgane normal. Im rechten Hypochondrium Operationsnarbe, Gallenblase tastbar. Urin trüb, Albumen, massenhaft Leukocyten, Blasenepithelien. Hirnnervenbefund (inklusive Augenbefund) negativ. Muskulatur der unteren Extremitäten etwas dürftig; jedoch besteht keinerlei individuelle Atrophie. Sensibilität der Extremitäten in allen Qualitäten normal. Gang etwas schwerfällig, keine Ataxie, kein Romberg. Die Haut des Genitales (Penis, Hodensack) für alle Qualitäten anästhetisch, ebenso eine kleine Zone um den After herum. Cremasterreflexe auf beiden Seiten lebhaft; Patellarreflexe gesteigert, beiderseits gleich. Achillessehnenreflex links eine Spur lebhafter als rechts; kein Patellarklonus, kein Fußklonus. Plantarreflex normal, kein Babinski.

Die Beobachtung der Blase ergibt: Pat. kann willkürlich nur in Seitenlage, bei äußerst starkem Pressen, einige Tropfen Harn entleeren; dagegen geht Urin bei Bewegungen, besonders beim Umdrehen im Bette unwillkürlich ab. Beim Husten, sowie in voller Ruhe keine Inkontinenzerscheinungen. Keine Expressibilität. Bei Überfüllung der Blase hat Pat. ein dumpfes Ge-

fühl, sonst keinerlei Harndrangerscheinungen. Katheterismus wird nicht empfunden; ziemlich bedeutender Residualharn. Bezüglich des Darmes ergibt die Beobachtung Obstipation. Die Berührungsempfindung im Mastdarm scheint herabgesetzt, Sphinkterreflex fehlt völlig.

Wirbelsäule: 5. Lendenwirbel, 1. Sacralwirbel etwas druckempfindlich. Röntgenbefund (Klinik Eiselsberg): Der 1. und 2. Lendenwirbel erscheint etwas niedriger, die Knochenzeichnung wie verdichtet.

Am 5. Februar 1908 wurde von Herrn Hofrat v. Eiselsberg folgende Operation gemacht: Tiefe Narkose. Freilegung der Dornfortsätze vom 12. Brust- bis zum 4. Lendenwirbel. Absägung der Wirbelbogen, der ersten beiden Lendenwirbel, Freilegung der Dura im Bereiche der ersten beiden Lendenwirbel. Die Dura reißt am ersten Lendenwirbel vermutlich infolge Verwachsung ein. Entfernung des Bogens des 12. Brustwirbels. Die Stränge der Cauda erscheinen verwachsen. Naht der Muskulatur, Einlegung von drei Drains, Gipsbett. Am 9. Februar beginnende Trübung des Sensorium. 10. Februar. Bei Öffnung der Operationswunde findet sich Sekretion aus der Wunde. In der Nacht Exitus.

Obduktion am 11. Februar (Prof. Ghon).

Eitrige Cysto-Pyelonephritis, Perinephritis, akute diffuse Bronchitis und frischer lobulär pneumonischer Herd in beiden Lungen-Unterlappen. Degeneration des Herzmuskels, Defekt der Gallenblase nach Exstirpation wegen Gallensteinen; akutes Ödem der inneren Rückenmarkshäute und der inneren Hirnhäute; Hyperämie der Hirnrinde. Laminectomie. Starke Adhäsionen der Dura mater spinalis mit der Wand des Wirbelkanales im Bereiche des eingeengten Lumens. Der 1. und 2. Lendenwirbel erscheinen niedriger und pyramidenförmig gestaltet, die Spitze ventralwärts gerichtet. Dem 1. und 2. Lendenwirbel sitzt ein abgesprengtes Knochenstück ventralwärts auf. An der Unterfläche des letzten Brustwirbels ist ein kleiner Defekt vorhanden.

Als Todesursache ist entschieden das Nierenleiden anzusehen.

Mikroskopische Untersuchung der Medulla spinalis.

Das Rückenmark wurde in Formalin fixiert, dann in Müllersche Flüssigkeit gebracht, um schließlich in den erkrankten Partien in zwei Stücken von 3 *cm* Höhe in Celloidin eingebettet zu werden. Es wurde dann eine komplette Serie durch das erkrankte Gebiet angelegt und nach Weigert-Pal mit Alaun-Cochenille-Nachfärbung, nach van Gieson und mit Hämalaun-Eosin gefärbt. Einzelne Segmente oberhalb des Herdes wurden

auch nach Marchi gefärbt. Die Durchsicht dieser Serien ergibt nun folgendes:

1. Marchi-Schnitte. Im mittleren Lumbalmark ist rechterseits eine schwere Degeneration des Hinterstranges neben dem Septum medianum. Linkerseits ist die Wurzeleintrittszone und deren angrenzendes Gebiet degeneriert; rechts besteht gleichfalls eine Degeneration der Wurzeleintrittszone, jedoch weitaus geringer. Aufsteigend läßt sich diese Degeneration bis ins Cervikalmark verfolgen. Auch an Weigert-Präparaten des mittleren Lendenmarks kann man eine ziemlich beträchtliche Degeneration erkennen: sie betrifft wiederum den Hinterstrang der ersten Seite (paramedian), ist dorsal stärker als ventral und läßt gleichfalls in der Wurzeleintrittszone eine mäßige Aufhellung wahrnehmen. Am Gieson-Präparate kann man sehen, daß im Gebiete der Aufhellung paramedian eine ziemlich beträchtliche Gliawucherung besteht. Diese reicht in den dorsalen Partien über das Septum medianum nach links; in den Wurzeleintrittszonen wird diese Gliaverdichtung vermißt. In der Höhe des 5. Lumbalsegmentes zeigt sich, daß die Wurzeleintrittszone frei ist, ferner, daß der rechte Hinterstrang in toto etwas aufgehellter ist — eine Aufhellung, die paramedian wiederum an Intensität gewinnt. Erwähnt sei hier noch, daß daselbst sowohl die Wurzeln als die Meningen frei von pathologischen Veränderungen sind; auch sonst weist das Rückenmark keinerlei wesentliche Veränderung auf. Im oberen Sacralmark zeigt der Hinterstrang eine etwas ausgedehntere Sklerose linkerseits; auch Lücken finden sich in diesen Gebieten. Im Sulcus longitudinalis dorsalis und zwischen der Pia beim Eintritt der hinteren Wurzel etwas Ödem. Die Wurzel des Lumbo-Sakralmarks, welche hier den Querschnitt umgeben, erscheinen alle vollkommen intakt. Gegen das untere Ende des 2. Sacralsegmentes tritt eine leichte Asymmetrie des Rückenmarks hervor; sie ist offenbar durch die Sklerose des linken Hinterstranges bedingt, indem hier eine geringe Abflachung zu sehen ist. Gleichzeitig greift die Sklerose auf das linke Hinterhorn über, das ebenfalls eine Gestaltsveränderung in dem erwähnten Sinne erfährt.

Die Dura, welche diesem Rückenmarksabschnitte anliegt, zeigt deutliche pathologische Veränderungen im Sinne einer Narbenbildung. Die Narbe ist sehr zellreich, die Dura selbst

aber noch nicht mit dem Rückenmark verwachsen. Stellenweise gewinnt man den Eindruck, als würde es sich um Granulationsgewebe handeln, stellenweise findet sich noch frisches Fibrin. Im 3. Sacralsegment tritt diese Asymmetrie noch deutlicher hervor; gleichzeitig entfernt sich die Sklerose ein wenig von der Mittellinie und etabliert sich vorwiegend um den Eintritt der Wurzel. Hier findet sich eine derbe, verdickte Dura, die bereits mit der Rückenmarksperipherie verklebt ist. Das Zentrum der Affektion liegt nun im Hinterhorn und zwar an dessen dorsaler Peripherie. Der Hinterstrang ist nur in seinen lateralen Partien affiziert, die Wurzel von einer dicken Schwarte eingescheidet; nur einzelne Wurzelfäden sind noch sichtbar. Die Substantia gelatinosa ist gleichfalls destruiert.

Erst gegen die Basis gewinnt das Hinterhorn normaleres Aussehen. Im Vorderhorn der linken als auch der rechten Seite finden sich zahlreiche Blutungen; gleichzeitig befinden sich einzelne Vorderhornganglienzellen im Zustand akuter Degeneration. Die narbige Verwachsung der Dura läßt sich bis in den unteren Abschnitt des 3. Sacralsegmentes verfolgen. Die Aufhellungen im Hinterstrange betreffen nun auch die linke Seite. Das Hinterhorn und die angrenzende weiße Substanz des Seitenstranges rechts sind in den geschilderten Partien schwer betroffen. Die Dura zeigt eine sehr zellreiche Narbe, dorsal sind einzelne Fibrinflocken aufgelagert. Zahlreiche (ganz frische) Blutungen finden sich auch hier wieder im Vorderhorn; sie konfluieren alle zu einem großen hämorrhagischen Herde, der fast das ganze rechte Vorderhorn und die Basis des Hinterhorns einnimmt. Das Gewebe ringsherum ist destruiert, die Ganglien im Zustande der axonalen Degeneration. In der Blutung selbst sind Fibrin-Niederschläge zu finden. Die der Blutung anliegenden Gefäße zeigen leicht perivaskuläre Infiltrate; auch auf der linken Seite finden sich axonal degenerierte Ganglienzellen und perivaskuläre Infiltrate. Im 4. Sacralsegment ist im Weigert-Präparat das Gebiet neben dem Septum normal. Der übrige Hinterstrang ist aber, insbesondere auch linkerseits affiziert, desgleichen das Hinterhorn. Die Dura-Narbe zeigt ganz frische eitrige Infiltrate gleichzeitig mit Fibrinauflagerungen. Die ganze Hämorrhagie ist bis auf geringe Reste im Vorderhorn und eine zungenförmige im Hinterhorn verschwunden. Die perivaskulären Infiltrate und die Ganglienzellen-

entartung sind unverändert. Die Wurzeln sind — mit Ausnahme jener direkt an der Duranarbe befindlichen — intakt.

In den untersten Partien des Conus greift dann der Prozeß auch auf die Vorderhörner über, die von einem gefäßreichen Narbengewebe erfüllt sind, welch letzteres sich auf die umgebende weiße Substanz fortsetzt. Gleichzeitig erweisen sich die Meningen diffus infiltriert und damit auch die den Meningen anliegenden Wurzeln. Weigert-Präparate aus diesen Gegenden ergeben schwere Ausfälle in der Tinktion der H. W., ohne jedoch die einzelnen Wurzeln in toto zur Atrophie zu bringen; man findet immer zwischen den degenerierten Bündeln einzelne intakte. Zwischen den einzelnen Wurzeln ist das Bindegewebe im Sinne einer nicht unbeträchtlichen Sklerosierung verdichtet. Diese Veränderungen durchziehen die Wurzelfasern bis zum Ende der Cauda equina.

Resumé: *a)* Eine vom 2. Sacralsegmente bis zum Filum terminale am rechten Hinterhorne beginnende, besonders die hintere Circumferenz betreffende Verwachsung. Die Dura setzt sich auf das Rückenmark fort und hängt anfänglich nur mit einer Narbe des rechten Hinterhorns zusammen; in tieferen Ebenen, insbesondere vom 4. Sacralsegment abwärts greift der narbige Prozeß auf die gesamte rechte Rückenmarkshälfte und die angrenzenden Partien des linken Hinterstranges über. Gleichzeitig damit sind einzelne Wurzeln der Cauda von bindegewebigen Schwarten umscheidet. An Weigert-Präparaten fehlt diesen Wurzeln die Tinktion; gleich neben den degenerierten Wurzeln finden sich zahlreiche intakte. *b)* Sekundäre Degeneration: in beiden Hintersträngen (besonders rechts), die Partien neben dem Septum, ferner die Wurzeleintrittszone des 3. Sacralsegmentes links. *c)* Akute (postoperative) Veränderungen. Diese zerfallen in akute Meningomyelitis des vorher erkrankten Gebietes reichlich eitriges Infiltrat der Meningen mit Ödem, große Blutungen der rechten Rückenmarkshälfte. Außerdem findet sich axonale Degeneration der gesamten Vorderhornzellen des Conus, weiters akute Degeneration bei der 3. Lumbalwurzel.

Bezüglich des Alters der Läsionen ist anzunehmen, daß die Narbe der Dura, die schweren Veränderungen der Caudawurzeln, ferner die narbige Veränderung des Rückenmarks durch den Sturz im Mai 1907 bedingt wurden, während die erwähnten

akuten Veränderungen (Hämorrhagien, Meningomyelitis im Conus, Degeneration der Lumbalwurzeln) Operationsfolgen sein dürften; allerdings hat die schwere Allgemeininfektion, an welcher Patient litt (Cystopyelitis), bei der gleichzeitigen Nähe des Herdes eine wesentlich unterstützende Rolle.

Vom Aufbau der Mittelzone des Rückenmarks.

(Beiträge zur Kenntnis ihrer zelligen Bestandteile mit besonderer Berücksichtigung der Mittelzellen.)

Von

cand. med. **Zdzislaw Reich.**

(Mit Tafel VI und VII und 3 Abbildungen im Text.)

Während wir unsere Kenntnisse betreffs des Vorderhorns schon nahe dem Abschluß ansehen können, sind wir sowohl bezüglich des Hinterhorns, wie auch der zuerst von Waldeyer als Mittelzone bezeichneten Region noch nicht so weit, um ein zusammenfassendes Urteil über diese Gebiete fällen zu können. Was ihren Aufbau charakterisiert, ist keineswegs klargelegt, ebenso wie wir über die Funktion der einzelnen Bestandteile im ungewissen sind. Noch mehr als vom Hinterhorn gilt dies von der Mittelzone, wobei freilich jene Elemente derselben von vorneherein auszunehmen sind, die vermöge besonders hervorstechender Eigenschaften schon seit langem eingehende Würdigung erfahren haben und deren physiologischer Bedeutung wir bereits bedeutend näher gekommen sind. Es gilt dies eigentlich in dem uns interessierenden Rückenmarksgebiet namentlich von den Clarkeschen Säulen, deren Funktion man sowohl auf vergleichend anatomischem, als auch auf experimentellem Wege zu ergründen gesucht hat. Die übrigen Zellelemente dieser Zone sind wohl histologisch gut gekannt und auch hinsichtlich des Verhaltens ihrer Achsenzylinder oftmals untersucht. Es ist aber bis jetzt nicht gelungen, auch unter ihnen mit Sicherheit morphologische und physiologische Einheiten abzugrenzen.

Wenngleich ich an dieser Stelle nicht einen Überblick über die gesamte Literatur, soweit sie die Histologie der soge-

nannten Mittelzellen betrifft, zu geben beabsichtige, so sei dennoch hervorgehoben, daß Waldeyer der erste gewesen ist, der sie beim Gorilla beschrieb und als selbständige Gruppe gegenüber den anderen Zellen der Mittelzone und des Vorderhorns abgrenzte, wobei er auch ihr ständiges Auftreten beim Menschen betonte.

Auch die bekannten Lehrbücher der Neurologie von Obersteiner, Edinger, Ziehen haben diesen Begriff von Waldeyer übernommen, ohne jedoch sich über die Ausdehnung der Zellen im Rückenmark und ihre funktionelle Bedeutung zu verbreiten. Die Zellen werden wohl immer teils als Schalt-, teils als Strangzellen aufgefaßt, ja von einigen überhaupt nicht als Zellen spezieller Gattung gelten gelassen, so von van Gehuchten; dieser untersuchte die Zellen der Mittelzone nach der Golgi-Methode, kennt aber den Ausdruck „Mittelzellen" nicht und differenziert die Zellen von anderen kleinen des Vorder- und Hinterhorns nicht, wie auch schon Schwalbe, der mit der alten Karminmethode zu der gleichen Ansicht gelangte. Ziehen legt der Gruppe den Namen Zwischenzellen bei und betrachtet sie vorwiegend als Schaltzellen.

Erst Argutinski widmete den Mittelzellen eine eingehende Arbeit, hauptsächlich die Verhältnisse beim menschlichen Embryo berücksichtigend.

Allerdings fallen auch alle jene Arbeiten in unser Thema, die sich mit den Verhältnissen der Clarkeschen Säule sowie mit den Seitenhornzellen beschäftigen.

Hauptsächlich aber kommt hier die vergleichende Monographie Schacherls über die Clarkesche Säule in Betracht, schon aus dem Grunde, weil sich darin vielfach Andeutungen über andere Zellelemente finden, sei es, daß solche innerhalb des Stillingschen Komplexes, sei es außerhalb desselben, in der Mittelzone gelagert sind, jedenfalls aber, weil — wie wir später sehen werden — die Zellen der Mittelzone in Wechselbeziehungen zu den der Clarkeschen Säule zu stehen scheinen.

Endlich seien noch die Arbeiten von Bräutigam und Müller erwähnt, die wertvolle Beiträge zur Einteilung der Ganglienzellen im Konusgebiet liefern, wie auch die von Jacobson, dem wir eine ausführliche Monographie über die Kerne des menschlichen Rückenmarks verdanken.

Wenn nun alle diese Untersuchungen, soweit sie die Mittelzellen betreffen, sich vorwiegend auf ihr allgemein histologisches Verhalten, eventuell noch auf ihre teilweisen Beziehungen zu Rückenmarksfasern beschränken, erscheint es gerechtfertigt, das Verhalten der Mittelzellen einmal in den verschiedenen Rückenmarkshöhen selbst zu studieren, anderseits an einem größeren vergleichend-anatomischen Material Untersuchungen anzustellen hinsichtlich einer etwaigen physiologischen Bedeutung und eines Konnexes mit den übrigen Zellelementen der Mittelzone. Die Histologie kann hierbei weniger Berücksichtung finden schon deswegen, weil nicht von allen Tierrückenmarken geeignete Zellpräparate beschafft werden konnten.

Im folgenden seien die Ergebnisse meiner Untersuchungen zusammengestellt. Der Übersichtlichkeit halber will ich zunächst eine Trennung in anatomischer und physiologischer Hinsicht vornehmen.

Für die Anatomie möchte ich mich hierbei an nachstehende Momente halten:

I. Abgrenzung der Mittelzellen.
II. Ihre Form und Struktureigentümlichkeiten.
III. Faserungsverhältnisse.

I.

Von zwei Gesichtspunkten aus läßt sich eine **topographische Abgrenzung** der uns beschäftigenden Gruppe vornehmen. Einerseits vom Standpunkte der strukturellen Eigentümlichkeiten und dem der äußeren Formverschiedenheit gegenüber den Nachbarelementen, anderseits vom Standpunkt der topographischen Einheit der Zellen als Gruppe. Nicht immer konnten beide Kriterien angewendet werden, da die Zellen bei verschiedenen Tieren und je nach den Rückenmarkshöhen keine gut abgrenzbare Gruppe bilden und mir auch nicht bei jedem Tier geeignete Zellpräparate zur Verfügung standen. In diesen Fällen konnte ich nur das Kriterium der äußeren Form und der sonst für Mittelzellen charakteristischen Lage in der Zwischenzone verwerten. Nur bei atypischer Lagerung der Zellen wurde die charakteristische Struktur zur Differenzierung gegen andere Zellen immer herangezogen.

Wie schon der Name andeutet, gehören ja unsere Zellen der Mittelzone an. Aber auch hier finden sich verschiedene Varianten, weniger in der ganzen Tierreihe, als in den verschiedenen Segmenten, auf die einzugehen von Interesse erscheint, weil aus ihnen einiges über die Beziehungen der Mittelzellen zu den Nachbarelementen hervorgehen dürfte.

Versucht man ihre Lage im obersten Halsmark zu präzisieren, so zeigen sich eigentlich bei allen Tieren meist nur zwei Grenzbestimmungen verwertbar, die dorso-mediale und die dorsale. Medial schließen sich an die Mittelzellen stets jene Zellen an, die wir im beschreibenden Teil dieser Arbeit kurzweg als Zellen des medialen Hinterhornrandes bezeichnen werden, die jedoch nicht überall ganz konstant sind.

Auch die dorsale Begrenzung der Mittelzellen ist in der Regel eine scharfe. Es reichen aber die Mittelzellen nicht gerade knapp bis zur Hinterhornbasis, sondern überschreiten dieselbe gewöhnlich in ihrer Mitte, während die mediale und laterale Partie der Hinterhornbasis tatsächlich die Grenzlinie darstellen. Um also kurz zusammenzufassen, reichen die Mittelzellen im oberen Halsmark dorsalwärts bis an den Hinterhornmarkkern (manchmal aber nur zur Hinterhornbasis) und werden medial von kleineren, lateral von größeren Spindelzellen begrenzt.

Schwieriger gestalten sich die Verhältnisse, wenn man daran geht, die Mittelzellen lateral zu begrenzen. Es kommen hier besonders die Seitenhornzellen in Betracht, welche im Halsmark im Processus reticularis verteilt sind und unmerklich in die Mittelzellen übergehen. Manche Seitenhornzellen reichen oft weit medial in die Mittelzone (z. B. Cavia; teilweise Canis), während andere wiederum dorsalwärts gegen den Hinterhornmarkkern zu verfolgen sind.

Ventral ist nur bei einigen höchststehenden Tieren eine Abgrenzung gegen die zentrale Vorderhornzellgruppe möglich, weil die letzteren in diesen Fällen größer sind als die Mittelzellen. Die Erklärung für diese mangelhafte Abgrenzung der Mittelzellen gegen die zentralen Vorderhornzellen im Halsmark finden wir vielleicht in dem Verhalten der später noch zu beschreibenden ventralen Mittelzellgruppe im Dorsalmark.

Nicht alle Zellen vom Mittelzellcharakter lassen sich aber in die eben begrenzte Gruppe einreihen, sondern an anderen

Stellen des Rückenmarkquerschnittes finden sich des öfteren sozusagen heterotopische Zellen, die den beschriebenen Typus zeigen. Hauptsächlich kommen hier jene Gebilde in Betracht, welche teils dem Zentralkanal angelagert sind, teils in der unmittelbaren Nachbarschaft desselben, sowie in der vorderen Commissur anzutreffen sind. Gewisse Tiere zeigen erstere Zellarten reichlicher (Lepus cuniculus, Sus scrofa), andere wiederum die letzteren, so besonders beim Delphin. Die Zugehörigkeit der dem Zentralkanal anliegenden Zellen zu den Mittelzellen erscheint unzweifelhaft schon deswegen, weil sie bei gewissen Tieren eine unmittelbare Fortsetzung der Mittelzellgruppe bilden; dort, wo sie besondere Gruppen darstellen (Lepus cuniculus, Sus scrofa), kommt diese Abtrennung in der Regel durch deutliche Faserzüge zustande.

Ganz vereinzelt steht das oberste Halsmark von Sus scrofa da, wo entgegen dem gewöhnlichen Verhalten schon im ersten Segment eine deutliche Clarkesche Gruppe im Zentrum der Mittelzone vorhanden ist. Die Mittelzellen sind dann lateral von der Säule und zwischen den eigentlichen Clarkeschen Zellen in der Säule selbst gelegen. Im nächsten Segment schon werden die Verhältnisse denen der anderen Tiere analog.

In der Halsanschwellung sind die topographischen Verhältnisse der Mittelzellen in der Regel denen des oberen Halsmarks ganz gleich. Jedoch besteht bei den höchsten Tieren (Mensch und Affen) insofern eine Differenz, als die Zellgruppen besser begrenzt erscheinen als im oberen Halsmark. Daß sie an Zahl zunehmen wird noch in folgendem erörtert werden.

Mit vorläufiger Übergehung des Dorsalmarks seien an dieser Stelle gleich die Lendenanschwellung und das Sacralmark besprochen, deren Mittelzellen eine merkwürdige Analogie zu ihrem Verhalten im Halsmark zeigen. Wohl ist die Abgrenzung in diesen Höhen eine weniger scharfe, ja manchmal dort, wo die Mittelzone, das Hinter- und Vorderhorn von gleichen Elementen besäet erscheint, unmöglich, und zwar besonders hinsichtlich des Seiten- und Vorderhorns, deren Zellen sich sonst von Mittelzellen unterscheiden lassen; im allgemeinen ist aber das Verbreitungsgebiet der Mittelzellen dasselbe, wie im Halsmark. Die Analogie geht so weit, daß Abweichungen von der Norm im Halsmark auch in gleicher Weise im Lenden- und

Sacralmark auftreten. Das beste Beispiel hierfür bietet Canis familiaris, wo in diesen beiden Rückenmarksanteilen, im Gegensatz zum typischen Verhalten, die Mittelzellen als gut begrenzte Gruppe am lateralen Drittel der Hinterhornbasis sich befinden und eine zweite Gruppe mehr ventral in der Zwischenzone bilden; allerdings zeigt sich die letzterwähnte Gruppe nicht so vollständig homolog bezüglich der Topographie und Zellform wie die erstere.

Durch welche Momente diese Analogie zustande kommt, dafür finden wir vielleicht eine Erklärung in dem Verhalten der Mittelzellen im Dorsalmark.

Es erscheint wahrscheinlich, daß der Mangel der Clarkeschen Säule einen Faktor für dieses analoge Verhalten der Mittelzellen in den oben erwähnten Rückenmarkshöhen abgeben dürfte. Es sind zwar auch meistens in diesen Höhen — wie bekannt — eine wechselnde Anzahl von Clarkeschen Zellen zu finden. Sie bilden aber durchaus keine begrenzte Gruppe, sondern sind in der Mittelzone zwischen Mittelzellen verstreut und ihre Topographie wechselt von Fall zu Fall. Es ist nun auffallend, daß bei solchen Tieren, bei welchen die Clarkesche Säule als Komplex nirgends, auch nicht in den Dorsalhöhen zur Entwicklung kommt, sondern nur durch einige Clarkesche Zellen repräsentiert wird (Erinaceus, Vesperugo), das ganze Dorsalmark in bezug auf die Mittelzellen genau dieselben Verhältnisse aufweist, wie das Hals- und Lendenmark der Tiere mit anscheinend höher differenziertem Rückenmark, bei welchen auch die Clarkesche Säule in diesen Höhen nur durch einige zerstreut liegende Zellen repräsentiert wird. Es wären hier zu erwähnen: Dasypus, Cavia, Mus rattus, Mus musculus, Erinaceus, Vesperugo. Bei allen diesen Tieren fehlt jegliche Abgrenzung der Zellen der Zwischenzone, indem diese Zellen von denen des Vorder- und Hinterhorns sich durchaus nicht differenzieren lassen (ausgenommen sind natürlich die typischen motorischen Zellen) und ohne Grenze in diese übergehen; jedoch gibt es in ihrer Mitte oftmals anders geartete Zellen, die entweder als Clarkesche oder wenigstens als den Clarkeschen ähnliche Zellen anzusprechen wären. Je mehr aber in der Tierreihe die Clarkesche Säule fortschreitende Ausbildung erhält, desto sichtbarer wird der Einfluß der Formation auf die topographische Lage der Mittelzellen im

Dorsalmark, indem sich die letztgenannten Zellen dorso-lateralwärts scheinbar verschieben und ventro-lateral von der Clarkeschen Säule oder direkt an ihrer ventro-lateralen Peripherie lagern. Der Clarkesche Komplex dürfte allerdings nicht weiter an der scheinbaren Verschiebung der Mittelzellen beteiligt zu sein. Denn daß es sich hier nicht um eine wirkliche Verschiebung handelt, geht am besten daraus hervor, daß die Zellen nicht dichter in dem kleineren Raum gedrängt sind als im Halsmark. Es scheint also, daß wir es hier eher mit einer Verminderung der Mittelzellelemente zu tun haben. Dies gilt wenigstens für die scheinbare dorsalere Lage der Mittelzellen, wogegen die mehr laterale Lage vielleicht durch das Auftreten der Clarkeschen Säule aktiv verursacht wurde.

Noch ein anderes Moment könnte für die Erklärung dieser dorsaleren Lage der Mittelzellen im Dorsalmark herangezogen werden. Es scheint nämlich, daß in der Mittelzone dieser Tiere, deren Rückenmark weniger differenziert ist, wie auch vielleicht im Halsmark der höherstehenden Tiere zwei verschiedene Zellsysteme sich befinden u. zw. neben den Zellen, die wir im Dorsalmark der Tiere mit höher differenziertem Rückenmark als eigentliche Mittelzellen ventro-lateral von der Clarkeschen Säule begegnen, auch Zellen sich befinden, die im Dorsalmark dieser letzterwähnten Tiere sich von den eigentlichen Mittelzellen (in der oben erwähnten Beschränkung) abtrennen und mehr ventral gegen das Vorderhorn rücken (Lemur, Cynocephalus, Lepus, Antilope, Equus). Dadurch wird aber der ventralere Anteil der Mittelzone zellfrei, was den Anschein der Verschiebung erwecken konnte.

Bezüglich der mittelzellähnlichen Elemente, die in anderen Gruppen als in der beschriebenen Hauptgruppe vereinigt sind, wäre dem bei der Beschreibung des Halsmarks bezüglich dieser Zellgruppen Gesagtem nichts Wesentliches beizufügen. Es sei noch bemerkt, daß die dem Zentralkanal anliegenden Zellen ihre Angehörigkeit zu den eigentlichen Mittelzellen auch hier durch ihr ganz analoges Verhalten bezüglich ihres Auftretens und Verschwindens mit der Hauptgruppe zeigen.

Fassen wir am Schlusse nochmals kurz zusammen, was sich über die Mittelzellen hinsichtlich ihrer Topographie aussagen läßt:

1. *a)* An gleichen Rückenmarken ist die Lage der Mittelzellen im oberen Halsmark, Halsanschwellung, Lendenmark, sowie Sacralmark eine analoge. Ihr Hauptstandort ist die Mittelzone. (Zentralkanal-, respektive Commissurengebiet.)

b) Im Dorsalmark sind die Mittelzellen scheinbar dorsolateralwärts verschoben und liegen bei entwickelten Clarkeschen Säulen an der ventro-lateralen Peripherie der letzteren, teilweise innerhalb der Säule selbst.

2. Eine Abgrenzung der Mittelzellen als Gruppe ist im allgemeinen bei Tieren mit höher differenziertem Rückenmark möglich, bei Tieren mit weniger differenziertem Rückenmark schwieriger oder ganz unmöglich.

3. Die Abtrennung der Mittelzellen als eigene Gruppe hält gleichen Schritt mit der guten Differenzierung der Clarkeschen Säule in den betreffenden Tierklassen.

4. Bei fehlender Clarkescher Säule zeigen die Mittelzellen des Brustmarks gleiche Anordnung wie die des Hals- und Lendenmarks.

II.

In aller Kürze möchte ich nun auf die Form und strukturelle Verschiedenheit dieser Zellen gegenüber den Nachbarelementen hinweisen. Vor allem möchte ich betonen, daß man für die Mittelzellen keine so charakteristische morphologische Einheit als Typus aufstellen kann, wie dies für die Vorderhorn- und Clarkesche Zellen möglich ist; vielmehr weisen sie einen Reichtum an Formvarietäten auf, die ineinander alle Übergänge zulassen. Die hier in Betracht kommenden Zellformen sind die dreieckige, spindelige, polyklone und rund ovale. Es dürften aber diese Zellformen je nach der Stellung des Rückenmarks in der Entwicklungsreihe wechselnd die Vorherrschaft einnehmen. So scheint die dreieckige und polyklone Form bei den Tieren mit höher differenziertem Rückenmark (Mensch, Affe, Pteropus, Ungulaten) häufiger zu sein, wogegen bei Tieren mit weniger differenziertem Rückenmark (Dasypus, Mus musculus und rattus, Delphin) eher die rundliche Form vorherrschend ist.

Parallel mit dieser verschiedenen Formbildung der Mittelzellen scheint nun in manchen Fällen auch eine ähnliche Formentwicklung in den Clarkeschen Zellen stattzufinden, indem

dort, wo die Clarkeschen Zellen höher differenzierten Typus zeigen, wie er z. B. beim Menschen besteht, die Mittelzellen vorwiegend dreieckig und polyklon auftreten, hingegen sind die Mittelzellen von weniger ausgesprochener Form — meist rundlicher — dort vorhanden, wo sich auch Clarkesche Zellen schwer abtrennen lassen; oder man findet endlich dort, wo überhaupt keine Clarkesche Säule zu finden ist, nebst rundlichen Formen einzelne dreieckig polygonale Mittelzellen.

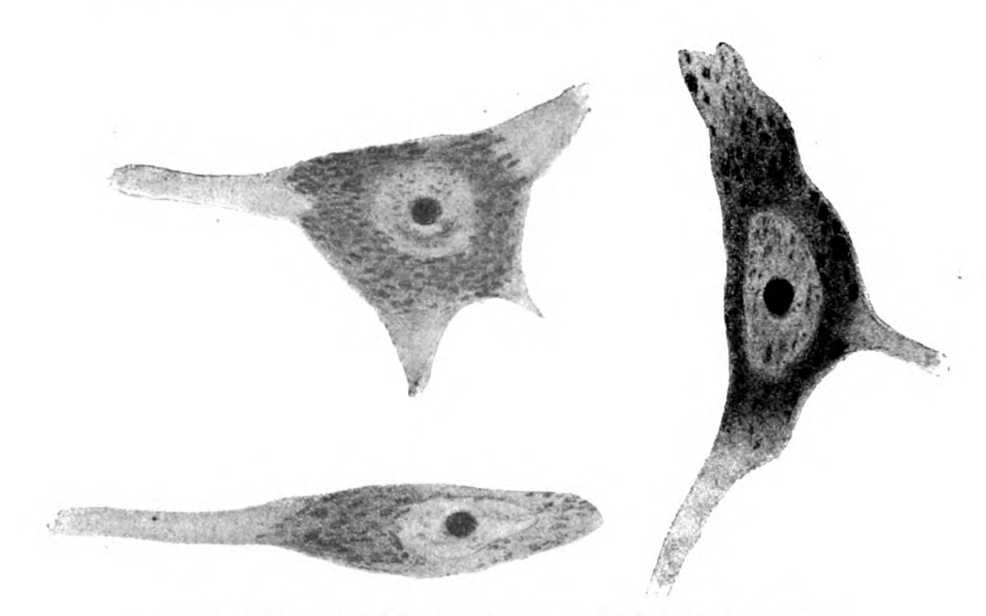


Fig. 1. Mittelzellen vom Orang. Zeiss Homog. Imm. $^1/_{12}$" Occ. 4.

In struktureller Hinsicht ähneln aber die Zellen alle einander, indem sie einen großen bläschenförmigen, zentral gelagerten Kern und wenig Protoplasma führen und Tigroide im Zelleib in einzelnen Klumpen angeordnet besitzen.

Wie erwähnt, gehen alle diese Zellformen ineinander über. Aber auch gegen andere Zellarten der Region lassen sich keine festen Grenzen in bezug auf Form und Struktur aufstellen, indem die Mittelzellen in dieser Hinsicht Übergänge zu den Nachbarelementen aufweisen, von denen sie allerdings meistens in bezug auf die Größe variieren. Besonders deutlich sind diese

Übergänge zu den Seitenhornzellen ausgeprägt (Orang, Cynocephalus). Diese Zellen heben sich nämlich oft von der spindeligen Form der Mittelzellen nur durch geringeren Gehalt an Nissl-Körperchen ab.

Von diesen typischen Formen, wie wir sie im allgemeinen als der Norm entsprechend aufstellen können, heben sich bei vielen Tieren im eigentlichen Bereich der Mittelzellen noch anders gebildete ab, die ich kurz als atypische Zellen zusammenfassen möchte. Nur ganz selten treten sie zu einer Gruppe vereinigt auf.

In erster Reihe wären hier vorderhornzellähnliche Elemente zu erwähnen, die alle multipolar sind, in der Größe gewöhnlich zwischen Clarkeschen und Vorderhornzellen stehen, manchmal aber die Größe der letzteren erreichen, ja, sie manchmal auch übertreffen. Sie kommen bei verschiedenen Tieren (Cynocephalus Pteropus, Felis pardus, Sus, Bos) und in verschiedenen Rückenmarksabschnitten vor und liegen meistens in der Zwischenzone lateral wie auch medial, manchmal dem Zentralkanal anliegend, oder auch an der Basis des Hinterhorns und am medialen Hinterhornrande. Mitunter liegen sie dorsal von der Hinterhornbasis.

Neben diesen sind es die den Clarkeschen Zellen ähnlichen Elemente, die die größte Beachtung verdienen. Als solche bezeichne ich in erster Linie jene Elemente, die in atypischer Lagerung hinsichtlich der Größe an Mittelzellen erinnernd, die Struktur und Form der Clarkeschen Zellen zeigen. Sie treten vereinzelt in der Mittelzone zwischen den Mittelzellen — besonders bei tiefer stehenden Tieren — auf. Zwischen den Fasern der vorderen Commissur finden sich gleichfalls manchmal derartige Zellen (Lepus cuniculus, Erinaceus) und unterscheiden sich dann ganz deutlich von den spindeligen Commissurenzellen (wie sie z. B. beim Delphin vorkommen). Sehr eigentümliche Verhältnisse finden sich auch im Seitenhorn mancher Tiere, indem wir dort Zellen begegnen, die, wenn auch kleiner, die typische Form und Struktur der Clarkeschen Zellen aufweisen (Equus caballus — oberes Dorsalmark —, Felis pardus — oberes Dorsalmark —, Canis familiaris — unteres Dorsalmark) oder indem sich meist zwischen diesen Seitenhornzellen einige mittelzellähnliche Elemente finden (Delphin, Canis, Equus).

Zum Schlusse wäre noch jener eigentümlichen Zellen zu gedenken, die dorsal vom Zentralkanal in der Mittellinie zusammenstoßend, in einer gelatinösen Substanz liegen, eine der Clarkeschen Faserung ähnliche, wenn auch äußerst arme Eigenfaserung zeigen und der Größe nach den Mittelzellen, der Struktur nach den Clarkeschen Zellen näher zu stehen scheinen (Erinaceus, Phascolarctus).

III.

Was die Faserung für die Mittelzellen betrifft, so sei gleich hervorgehoben, daß nirgends eine Eigenfaserung analog der der Clarkeschen Säule bemerkt wurde. Die Zellen liegen in den Maschen eines fein retikulierten Netzes, das sich bei jeder topographischen Veränderung der Mittelzellengruppe mit dieser dorsal oder lateral verschiebt. Das Fasernetz scheint seine Fasern einerseits aus den hinteren Wurzeln zu beziehen, anderseits durch Fasern mit den Seitensträngen und dem Vorderhorn in Beziehung zu stehen. Ob Unterschiede im Faserreichtum in Rückenmarken verschiedener Tiere und in verschiedenen Höhen ein und desselben Rückenmarkes vorhanden sind, kann bei der Ungleichmäßigkeit der Weigertschen Markscheidenfärbung nicht mit Sicherheit entschieden werden.

Jedenfalls ist, sobald eine Clarkesche Faserung auftritt, die Mittelzone faserärmer, als im Hals- und Lumbalmark. Das Reticulum von Markfasern erfüllt nur spärlich die von den Mittelzellen eingenommene Partie (ventro-lateral von der Clarkeschen Säule) und zeigt dann auch keine auffälligen Beziehungen zu den Seitensträngen.

IV.

Es mag einigermaßen ein Mangel dieser Untersuchungen sein, wenn ich es unterließ, zahlenmäßige Angaben über das Vorkommen der Mittelzellen zu machen. Aus der bloßen Betrachtung der Präparate geht aber mit Sicherheit hervor, daß die Zahl der Mittelzellen am reichlichsten im Halsmark ist, wo sie ihren Kulminationspunkt in der Halsanschwellung erreicht. Es läßt sich unzweifelhaft nachweisen, daß die Zellvermehrung, die im allgemeinen für die entwickelte Anschwellung charakteristisch ist, auch für die Mittelzellgruppe ohne weiteres Geltung besitzt, sowohl in der Halsanschwellung als auch in

der Intumeszenz des Lendenmarks, jedoch insofern vielleicht schwerer konstatierbar ist und in den zahlreichen über Rückenmarkbau erschienenen Arbeiten weniger Erwähnung findet, weil die Abgrenzung ihrer Elemente in diesen Höhen eine etwas mangelhafte ist. Eine Differenz besteht aber auch in den beiden Anschwellungen selbst, da ja in der Regel die Cervikalanschwellung, absolut genommen, mehr Mittelzellen enthält, als die des Lendenmarks, während anderseits auch die relative Vermehrung der Mittelzellen innerhalb der letzteren im Vergleiche zu den kaudaleren Lumbosacralsegmenten nicht so ausgiebig ist, wie die der Halsanschwellung zu den Dorsalsegmenten. Die übrigen Rückenmarkshöhen verhalten sich hinsichtlich der Mittelzellenzahl bei allen Tieren mit entwickelter Clarkescher Säule konform. Eine stetige Abnahme derselben vom Ende des Halsmarks kaudalwärts geht gleichen Schritt mit der Vergrößerung des Clarkeschen Komplexes. Die Abnahme kann so weit gehen, daß gegen Ende des Dorsalmarks, wo die Clarkesche Säule ihre größte Entwicklung erreicht, einzelne Segmente keine Mittelzellen aufweisen (Mensch).

Wenn ich vom Clarkeschen Komplex spreche, so sei hiermit nicht nur die Clarkesche Säule als Zellsäule, sondern dieselbe in Verbindung mit ihrer Faserung gemeint.

In der Tierreihe lassen sich zahlenmäßig Unterschiede in der Mittelzellentwicklung nach approximativer Schätzung kaum feststellen. Im allgemeinen sind zellreichere Rückenmarke noch deswegen schwerer zu beurteilen, weil man dort die Mittelzellen weniger gut abgrenzen kann (Maus, Ratte, Igel).

V.

Vergleicht man diese anatomischen Ergebnisse in meinen Untersuchungen mit dem, was sich in der Literatur des Rückenmarks über die uns interessierende Zellgruppe findet, so möchte ich zuerst den Antagonismus hervorheben, der sich hinsichtlich der Einteilung der zelligen Bestandteile der Mittelzone in vorliegenden Ausführungen anderen Untersuchern, namentlich tierischer Rückenmarke gegenüber findet. Daß hier die Begriffe über die gegenseitige Abgrenzung innerhalb der Mittelzone noch sehr schwankend sind und vielfach einander widersprechen, zeigt schon die Nomenklatur allein, die beim

Menschen (siehe Marburgs Atlas) nebst Mittelzellen noch Nebenzellen und Basalzellen unterscheidet, eine Einteilung, die zuerst Waldeyer aufgestellt hat. Beim Menschen speziell, wo ich Gelegenheit hatte, an einwandfreien Nissl-Präparaten möglichst genaue Untersuchungen anzustellen, läßt sich wohl weder topographisch noch strukturell diese Einteilung durchführen. Auch Argutinsky, dem wir eine Monographie über die Mittelzellen des kindlichen Rückenmarks verdanken, äußert sich dahin, daß in der Mittelzone nur Seitenhornzellen und Mittelzellen vorhanden seien, wenn man selbstverständlich von der Anwesenheit der Clarkeschen Säule absieht.

Jacobson faßt alle Zellen, die nicht zu einem der von ihm beschriebenen motorischen, sympathischen oder sensiblen Kernen gehören — also Zellen, die von anderen Autoren als Mittelzellen, kleine Zellen, Strangzellen, Zellen der Formatio reticularis, Zellen des Vorder- und Hinterhorns beschrieben worden sind, unter dem Namen Tractus cellularum zusammen. Er unterscheidet dabei drei Zellzüge:

1. Tractus cellularum medio-ventralis,
2. Tractus cellularum medio-dorsalis,
3. Tractus cellularum intercornualis,

drei Zellzüge, die alle an der Übergangsstelle des Vorder- und Hinterhorns — dem confluens substantiae griseae zusammenfließen und nur im Lumbosacralmark deutliche Grenzen aufweisen.

Der erste dieser Züge, der am medialen Rand des Vorderhorns und im Vorderhorn liegt, oder auch gegen das Zentrum des Vorderhorns zieht, besteht aus Zellen von mittlerer Größe, schlanker Form und scheint mit den commissural- und zerstreuten Zellen anderer Autoren identisch zu sein.

Der Tractus medio-dorsalis ist der kleinste, besteht aus polyklonen, rundlichen oder abgeplatteten, stäbchenförmigen Zellen und ist wahrscheinlich identisch mit den von mir beschriebenen Zellen des medialen Hinterhornrandes.

Der mächtigste Zug ist der Tractus intercornualis, der mit den Mittelzellen in dem Sinne, wie sie Waldeyer auffaßt, identisch ist. Es ergibt sich dies, wenn man die Beschreibung, die Jacobson von seinen Zellen gibt, mit den Angaben Waldeyers über die Mittelzellen vergleicht.

Clarke selbst ist schon der mehr einheitlichen Auffassung eines Teiles der Elemente der Mittelzone näher getreten, wenn er neben seinem „posterior vesicular column" unter dem Namen des Tractus intermedio-lateralis alle Zellen, die sich lateral von der Clarkeschen Säule befinden, zusammenfaßt. Sonst walten bei der Einteilung der Mittelzone vorwiegend mehr zufällige Momente vor, akzidentelle Größenunterschiede, zufällige Abgrenzung durch Markfaserzüge, besonders Lagebeziehungen zum Zentralkanal und den Clarkeschen Säulen, die die verschiedenen untereinander differierenden Aufstellungen von Zellgruppen einigermaßen verständlich machen. Dazu zu rechnen sind die Commissurenzellen des Marsupialier-Rückenmarks, die von Popper, die zentralen Zellen der Mittelzone beim Delphin, die von Hatschek besonders erwähnt werden.

Kotzenberg findet beim Igel die Mittelzellen unregelmäßig zerstreut, daneben Commissurenzellen und überdies eine Gruppe mittelgroßer Zellen zwischen dem Zentralkanal und der Clarkeschen Säule, welcher er keinen speziellen Namen beilegt.

Einen gemeinsamen Standpunkt vertreten gewissermaßen Kölliker und van Gehuchten, eigentlich den, der in physiologischer Beziehung der richtigste ist. Kölliker bezeichnet alle Zellen der Zwischenzone — ohne, ebenso wie van Gehuchten, das morphologische Unterscheidungsmerkmal in Betracht zu ziehen — als Seitenstrangzellen; van Gehuchten dagegen als Strang- und Commissuralzellen.

Bezüglich der Unterschiede in der Verteilung der Mittelzellen auf die verschiedenen Rückenmarkshöhen kommen hauptsächlich die Angaben von Waldeyer, Argutinsky und Jacobson, eventuell die von Clarke in Betracht. Letztere freilich mit der Einschränkung, daß ich mir keine klare Vorstellung darüber machen konnte, ob mit dem Namen Tractus intermediolateralis auch wirklich neben Seitenhornzellen und den in den Ausstrahlungen der hinteren Commissur liegenden Zellen, welch letztere zu Seitenhornzellen zu gehören scheinen, wirklich Mittelzellen, wie es Argutinsky annimmt, gemeint wurden.

Waldeyer findet die Mittelzellen das ganze Rückenmark hindurch (Mensch, Gorilla), wobei die Zellen als Gruppe am deutlichsten im Halsmark ausgebildet erscheinen, weiter dorsal

mehr zerstreut liegen; wo die Clarkesche Säule vorhanden ist, liegen die Mittelzellen ihr ventro-lateral an.

Nach Argutinsky befinden sich die genannten Zellen nur im Dorsalmark. „Sobald die für die Lendenanschwellung charakteristischen motorischen Zellsäulen auftreten, sobald die Verbreitung des Vorderhorns stattfindet, hören unsere Zellgruppen auf." Doch gibt auch Argutinsky zu, daß die Zellen manchmal die Grenze des Cervikalmarks cerebralwärts überschreiten. Bezüglich der Lage lokalisiert Argutinsky die Mittelzellen im äußeren Drittel der grauen Substanz bald näher dem lateralen, bald näher dem medialen Rande dieses Drittels der grauen Substanz. Doch ziehen die Mittelzellgruppen nie unmittelbar an den Seitenstrang heran.

Nach Jacobson ist der Tractus intercornualis am deutlichsten im Halsmark zu sehen; im Dorsalmark ist er gewöhnlich klein und schwach ausgeprägt. „Sind Nucleus sympathicus und Nucleus spinocerebellaris sehr groß, so schnüren sie den Zug am Übergang zwischen Vorderhorn und Hinterhorn ein und man kann alsdann eine größere Ansammlung dieses Zuges im Vorderhorn und eine kleinere dorsal vom Winkel zwischen Vorderhorn und Hinterhorn finden. Letztere ist oft nicht leicht vom Nucleus sympathicus zu trennen."

Die Monographien erwähnen wohl gelegentlich das Vorkommen von Mittelzellen in verschiedenen Rückenmarkhöhen, ohne diese Zellen jedoch systematisch durch das ganze Rückenmark zu verfolgen.

Hinsichtlich dieser Beziehungen der Mittelzellen scheinen meine Ergebnisse am ehesten sich noch mit denen Waldeyers und Jacobsons zu decken, da auch aus meinen Untersuchungen hervorgeht, daß die Mittelzellen beim Tiere durch das ganze Rückenmark hindurch anzutreffen sind und daß ihre Zahl in den proximalsten Abschnitten am größten ist.

Auch betreffs der Lagerung der Mittelzellen gegenüber der Clarkeschen Säule kann ich mich Waldeyer und Jacobson anschließen. Wenn aber Waldeyer behauptet, daß auch beim Menschen die Mittelzellen sich in allen Rückenmarksegmenten finden, so glaube ich diese Behauptung nur mit einer gewissen Einschränkung gelten lassen zu können. An einer Anzahl durchgesehener menschlicher Rückenmarke verschwinden in einer An-

zahl der Fälle dort, wo die Clarkesche Säule am höchsten ausgebildet ist, die Mittelzellen anscheinend vollständig, um ann nach Abschwellung der Clarkeschen Säule wiederum zu erscheinen. Dabei kann ich mir nicht verhehlen, daß vielleicht der Mangel vollständiger Serien an dieser Differenz zwischen Waldeyers und meinen Angaben einen gewissen Anteil hat und daß auch die individuellen Verschiedenheiten verschiedener Rückenmarke mitspielen dürften.

Anderseits glaube ich, daß nur die dorsalere Gruppe des von Jacobson beschriebenen Intercornualzuges in den untersten Dorsalsegmenten hier in Betracht gezogen, — und daß die ventralere Gruppe des genannten Tractes, die ins Vorderhorn zu liegen kommt, nicht als Mittelzellengruppe angesehen werden darf. Letztere ist eher dem von mir beschriebenem ventralen Zellsystem der Mittelzone zu vergleichen, das wohl unter gewissen Bedingungen topographisch, aber nicht funktionell mit den Mittelzellen zusammenhängt.

Im vollständigen Gegensatz stehe ich dagegen zu Argutinsky. Wohl lokalisiert auch er die Mittelzellen im Dorsalmark (beim Embryo) an dem lateralen Drittel der Hinterhornbasis — jedoch beschränkt er die Formation nur auf das Dorsalmark und negiert — wie oben ausgeführt — sogar jegliche Fortsetzung der Gruppe im Hals- und Lendenmark. Ich glaube aber mit Sicherheit annehmen zu können, daß es mir gelungen ist, nachzuweisen, daß sowohl topographisch als auch strukturell die Mittelzone des Hals-, Lenden- und Sacralmarks charakteristische Mittelzellen enthält, daß mithin von den miteinander in Gegensatz stehenden Angaben Argutinskys einerseits und Waldeyers und Jacobsons anderseits letztere wohl den Anspruch auf die größere Berechtigung erheben darf.

Über die Frage, in welcher Weise die von Argutinsky konstatierte rosenkranzförmige An- und Abschwellung der Mittelzellen vor sich geht, kann ich mich nicht äußern, weil es mir an den entsprechenden vollständigen Serien mangelte.

Sehr wichtig erscheinen mir die Ausführungen Argutinskys hinsichtlich der Onto- und Phylogenese der Mittelzellen, wobei er leider, wie mir scheint, zu wenig präzise vorgeht, indem er besonders, was die Phylogenese betrifft, sich auf die Angaben Clarkes über den Tractus intermediolateralis

stützt, der alle Zellen der Mittelzone, mit Ausnahme der Clarkeschen Säule, in sich einschließt. Aber gerade die Beziehungen der Mittelzellen zur Clarkeschen Säule erscheinen auch für die Frage der Phylogenese der Zellen von Interesse, indem die Tierreihe nach dem Ausbildungsgrad der Clarkeschen Säule geordnet, ein Negativ zu der nach der Ausbildung der Mittelzellen aufgestellten bilden würde. Auch Argutinsky trägt diesem Gedanken, den ich hier ausspreche, schon Rechnung, wenn er darauf hinweist, daß die Mittelzellen im embryonalen Leben ihre definitive Größe viel früher als die Clarkeschen Zellen und Vorderhornzellsäulen erreichen; freilich spricht das nur dafür, daß die Zellen ontogenetisch die älteren sind, während aus meinen Darlegungen vielleicht hervorgehen mag, daß sie auch phylogenetisch die älteren sind, soweit es sich um Säugetiere handelt. Wie weit man sie in der Wirbeltierreihe überhaupt verfolgen kann, darüber konnte ich keine Aufschlüsse gewinnen und muß hier auf die Angaben Argutinskys hinweisen, daß der Tractus intermediolateralis bei den Sauropsidien fehlt.

Schon während der Drucklegung der vorliegenden Arbeit ist eine Abhandlung Piries über die Mittelzellen des menschlichen Rückenmarks erschienen, auf die ich noch aufmerksam machen möchte.

Auch Pirie kann die Einteilung Waldeyers in Mittelzellen, zerstreute, Basal-, Zentral- und Marginalzellen nicht akzeptieren, da diese Zellen vorwiegend weder vom Standpunkte der Topographie, noch Zellstruktur aus betrachtet, als abgrenzbare Gruppen auftreten. Er glaubt vielmehr, daß die Marginalzellen als Fortsetzung der Seitenhornzellen nach hinten, die Basal-, Zentral- und innere Marginalzellen als Fortsetzung der Mittelzellen anzusehen sind. Pirie selbst teilt die Zellen, die die Mittelzone ausfüllen, 1. in eigentliche Mittelzellen, 2. Zellen, die den zerstreuten Zellen im Sinne Waldeyers entsprechen und 3. Zellen, die er als „postcentral cels" bezeichnet.

In der Beschreibung der Verteilung von Zellen der Mittelzone auf verschiedene Rückenmarksegmente faßt er aber alle Zellen der letzterwähnten Region eben wegen der oben angeführten Gründe — der mangelhaften, oft unmöglichen Abgrenzung einzelner Gruppen — durchwegs unter dem Namen der Mittelzellen zusammen.

Er findet nun die Mittelzellen in allen Höhen des Rückenmarks. Ihre Lage soll aber durch zufällige Momente bedingt sein und von Schnitt zu Schnitt sich wechseln.

Als besonders wichtig möchte ich noch hervorheben, daß Pirie auf Grund eines genauen Vergleiches der Angaben Argutinskys über die Mittelzellen mit denen von Bruce über die Seitenhornzellen zur Ansicht gelangt, ersterer habe statt der Mittelzellen die „Reticular group of the intermediolateraltract" beschrieben.

Dies würde freilich den krassen Widerspruch zwischen den Angaben Argutinskys über die Mittelzellen und denen anderer Autoren begreiflich machen.

VI.

Wenn ich nun daran schreite, auf Grund meiner Untersuchungen einige Bemerkungen über die mutmaßliche physiologische Funktion der Mittelzellen zu machen, bin ich mir doch dessen gut bewußt, daß man eigentlich zn einem relativ sicheren Urteil erst auf Grund der experimentellen Untersuchungen kommen könnte. Doch glaube ich auch aus den vergleichend anatomischen Untersuchungen einige gewisse Punkte gewonnen zu haben, die einigen Aufschluß in der uns zuletzt beschäftigenden Frage geben dürften.

Schon das gegenseitige oben beschriebene Verhältnis der Clarkeschen- und Mittelzellen läßt eigentlich auf nahe Beziehungen zwischen den Funktionen beider Systeme schließen, indem in der Regel das Anwachsen des einen von der Abnahme des anderen Zellkomplexes begleitet wird, ein Verhalten, das ebenso bei den einzelnen Rückenmarken, wie auch in der ganzen Säugetierreihe zu beobachten ist.

Jedoch auch in einzelnen Rückenmarken geht dieses Zu-, respektive Abnehmen beider Systeme nicht in Form gerader Linien vor sich. Wir finden vielmehr in dem Verhalten Schwankungen, die man auch als weiteren Beleg für die Hypothese der verwandten Funktionen beider Systeme verwerten könnte. Es zeigt sich nämlich, daß bei Unterbrechung der Clarkeschen Säule in einzelnen Segmenten, wo diese ausbleibt, eine deutliche Vermehrung der Mittelzellenzahl stattfindet (z. B. bei Canis familiaris). Anderseits wurde — wie im beschreibenden Teil

der Arbeit angeführt — bei einem Tier, wo nur sonst in der Mittelzone lauter Mittelzellen vorhanden waren (Mus rattus), in einem Segment, und zwar in einer Rückenmarkshälfte das Auftreten einer Gruppe von größeren rundovalen Zellen, anscheinend Clarkescher Zellen konstatiert. Auffälligerweise war dies von einer plötzlichen sehr starken Herabsetzung der Mittelzellenzahl begleitet, die sich nur auf dieses eine Segment und auf die eine Rückenmarkshälfte, wo diese Zellgruppen vorkamen, beschränkten. Die Verwandtschaft beider Systeme wird auch dadurch dokumentiert, daß die Mittelzellen innerhalb des Clarkeschen Komplexes auftreten. Die Tatsache selbst ist ja bekannt. Schacherl weist auch darauf hin, daß diese Zellen denen, die über das ganze Gebiet der grauen Substanz verbreitet sind, analog sind. Es ist nun bemerkenswert, daß diese Mittelzellen erst kurz vor der größten Entwicklung der Clarkeschen Säule und vor dem völligen Verschwinden der Mittelzellgruppe sich dorthin verlagern, beim Höhepunkt der Entwicklung des Clarkeschen Komplexes gänzlich verschwinden, um vor dem neuerlichen Auftreten der Mittelzellgruppe wieder auf eine kurze Strecke im Clarkeschen Komplex aufzutauchen. Manchmal sind aber die Mittelzellen im ganzen Clarkeschen Komplex vorherrschend (Sus scrofa).

Es kommen aber auch in den Mittelzellgruppen, wie schon öfters erwähnt, Clarkesche Zellen verlagert vor. Dieses wechselseitige Auftreten von Mittelzellen im Clarkeschen Komplex und von Clarkeschen Zellen in Mittelzellgruppen zeigt sich auch in Heterotopien dieser Gruppen (Felis domestica).

Auch die morphologischen Grenzen lassen sich nicht strikte zwischen beiden Zellarten aufrecht erhalten. Es heben sich zwar bei Tieren mit gut entwickeltem Clarkeschen System die Clarkeschen Zellen mit ihrer charakteristischen Struktur und Form von den Mittelzellen deutlich ab, doch findet man auch bei diesen Tieren manche Mittelzellen, deren Form die der Clarkeschen Zellen stark nachahmt. Zu diesen möchte ich in erster Linie die birnförmige und die kugelige Form rechnen, die man unter den dreieckigen und polyklonen mitunter findet; sie unterscheiden sich morphologisch von den Clarkeschen Zellen nur durch Größeverschiedenheit und betragen ungefähr weniger als die Hälfte einer Clarkeschen Zelle. Als häufiger Befund

wurde auch die dreieckige Sichelform der Zelle, deren ein oder beide Enden gespalten sind (z. B. Canis), gefunden — eine Zellform, die Schacherl auch sehr oft bei den Clarkeschen Zellen im kindlichen Rückenmark beobachtet hat. Je weniger die Clarkesche Säule ausgeprägt erscheint, desto deutlicher erscheinen auch die Übergänge der beiden Zellarten (Clarkescher und Mittelzellen) ineinander.

Zu denselben Ergebnissen in bezug auf die mutmaßliche physiologische Funktion führt uns auch die Betrachtung der Faserverhältnisse der Mittelzone, respektive Mittelzellen. Wenn die Faserung der Mittelzone im allgemeinen aus einem reichverzweigten Netzwerk feiner Markfasern besteht, dann sieht man doch mitunter, wie dieses Netzwerk aus Hinterwurzelfasern anscheinend seinen Ursprung nimmt. Schwieriger zu lösen ist die Frage, in welcher Weise die am Querschnitt längsgetroffenen Markbündel, die in der Höhe der Mittelzone aus der grauen in die weiße Substanz übertreten, zu den Zellelementen der Mittelzone in Beziehung zu bringen sind. Handelt es sich hierbei um jene Segmente, wo eine Clarkesche Säule entwickelt ist, so kann ich mich bezüglich dieser Bündel auf die Untersuchungen Flechsigs, Ziehens, schließlich auch auf Schacherls Monographie stützen, welche den Ursprung dieser Bündel mit Sicherheit in die Clarkeschen Säulen verlegen konnten. Wenn ich aber auch Gelegenheit hatte, derartige Bündel in Rückenmarkshöhen zu sehen, wo keine Clarkeschen Zellen oder Säulen sich vorfanden, desgleichen auch in ganzen tierischen Rückenmarken, wo sich überhaupt keine Clarkeschen Säulen absondern lassen, so liegt es nahe, jene Bündel in den Höhen, respektive Rückenmarken ohne Clarkescher Säulen den Flechsigschen horizontalen Kleinhirnbündel zu analogisieren. Der Nachweis, daß die Kleinhirnseitenstrangbahn ein auch im untersten Abschnitt des Rückenmarks nachweisbares System darstellt, wie ihn Rothmann durch Aufstellung seiner lumbosacralen Kleinhirnseitenstrangbahn geliefert hat, gibt uns die Berechtigung, die bloß räumlichen Beziehungen zwischen diesen Bündeln und der Mittelzone auch im Sinne einer näheren Verbindung mit den zelligen Elementen der letzteren zu verwerten; gerade als solche können aber in den betreffenden Rückenmarksabschnitten, aus denen Rothmann seine Bahn ableitet, nur die Mittelzellen und der Sacralkern in

Betracht kommen, welch letzter vermöge seiner oft (namentlich auch bei Affen und Hunden) geringen Ausbildung nicht imstande ist, selbst allein der am Querschnitt so ausgedehnten Bahn den Ursprung zu geben.

Fasern, die man vermöge ihrer Verlaufsrichtung Gaskellschen Fasern identifizieren könnte, scheinen mir bei vielen Tieren vorhanden zu sein, jedoch würde ich es nicht wagen, sie bei der Besprechung der physiologischen Funktion heranzuziehen.

Wenn ich nun am Schlusse meiner Untersuchungen noch einmal kurz ihre Ergebnisse zusammenfasse, so läßt sich folgendes über eine eventuelle Deutung der Mittelzellfunktionen aussagen:

1. Nicht nur anatomisch, sondern auch funktionell scheinen die Mittelzellen im innigen Konnex zu den Clarkeschen Säulen zu stehen. Die Zellen beider Systeme scheinen sich gegenseitig in verschiedenen Rückenmarkshöhen und in der Tierreihe funktionell zu ergänzen und zu substituieren.

2. Das Fasersystem, das von den Mittelzellen seinen Ursprung nimmt, scheint einerseits im dorsalen Kleinhirnseitenstrang mit dem, das von den Clarkeschen Zellen seinen Ursprung nimmt, zusammen zu verlaufen.

3. Anderseits liegt die Annahme nahe, daß wir in den Mittelzellen auch den Ursprung der ventralen Kleinhirnseitenstränge erblicken könnten, wenn man gleichzeitig in Betracht zieht, daß hinsichtlich der letzteren bekanntlich nur Mittelzellen und Hinterhornzellen als Ursprungszellen in Betracht kommen können.

4. Es erscheint auch wahrscheinlich, daß analog der gegenseitigen Substituierung der Clarkeschen und Mittelzellen auch beide Fasersysteme, die von den genannten Zellsystemen ihren Ursprung nehmen, sich gegenseitig funktionell ergänzen und substituieren.

5. Die unter 2, 3 und 4 angeführten Ansichten stimmen mit der von Marburg ausgesprochenen überein, wonach „es wahrscheinlich erscheint, daß die Rückenmarkskleinhirnverbindung als ein System das gleichen Ursprung und gleiches Ende hat", aufzufassen ist, daß nur „ein Tractus spinocerebellaris existiert, der eine dorsale und eine ventrale Abteilung besitzt, und daß die beiden Abteilungen, die dorsale Kleinhirnseitenstrangbahn und das Gowerssche

Bündel anatomisch und funktionell völlig gleichwertig sind." Als Ursprung der dorsalen und wenigstens teilweise der ventralen Kleinhirnseitenstrangbahn betrachtet Marburg die Clarkeschen Zellen, wogegen ich für beide Fasersysteme einen gemeinsamen Ursprung von Clarkeschen und Mittelzellen anzunehmen geneigt wäre.

6. Dabei soll die Frage des gekreuzten oder ungekreuzten Verlaufes der ventralen Kleinhirnseitenstrangbahn unerörtert bleiben.

Im Vorliegenden seien die Einzelbeschreibungen wiedergegeben.

Homo.

Im Cervikalmark eines normalen kindlichen Rückenmarks, das mit Nissl-Färbung behandelt worden war, findet sich in den Segmenten vor der Halsanschwellung eine ziemlich gut abgegrenzte Gruppe, entsprechend der Basis des Hinterhorns. Diese Zellen haben alle einen gemeinsamen Typus. Sie sind mittelgroß, d. h. kleiner, als Vorderhornzellen und Clarkesche Zellen und größer, als die Hinterhornzellen, während die Seitenhornzellen sich bezüglich der Dimensionen nicht wesentlich von diesen Zellen unterscheiden. Der Kontur ist undeutlich polygonal, meist dreieckig, der Kern liegt zentral, die Tigroide sind nicht aufzulösen, sondern randständig in einem oder mehreren Klumpen gelagert.

Die ganze Gruppe befindet sich, wie schon bemerkt, an der Basis des Hinterhorns. Lateral von ihr liegen etwas differente Zellen, die größer sind und ventralwärts sich unmerklich in Vorderhornzellen verlieren, aber auch im Processus reticularis zu finden sind, während medial die erstgenannte Gruppe von der weißen Substanz der Hinterstränge durch eine Schicht geschieden wird, die wohl ausschließlich kleine spindelige Elemente enthält. Es läßt sich diese Schicnt dorso-lateralwärts verfolgen bis in das Hinterhorn, dessen Zellen größtenteils einen analogen Bau zeigen, so daß diese Schicht sich eigentlich in das Hinterhorn verliert. Dabei findet sich in der nach Waldeyer als Mittelzone bezeichneten Region topographisch von der erst beschriebenen Zellgruppe getrennt noch außerdem eine geringe Zahl von Zellen, die bereits das Commissurengebiet betreten, ja mitunter fast dem Zentralkanal angelagert erscheinen. Diese Elemente erweisen sich als den Mittelzellen analog gebaut.

In der Halsanschwellung treten nun gerade in der als Mittelzellen beschriebenen Gruppe einzelne typische Stillingsche Elemente auf, die sich deutlich von den Mittelzellen durch ihre bekannte Struktur unterscheiden. So lange diese Zellen nur in spärlicher Zahl (1 bis 2 Elemente, 5 Cervikalis) auftreten, bedingen sie keine wesentliche Verschiebung in der gegenseitigen Gruppierung von Mittelzellen, Seitenhornzellen, Hinterhornzellen und Vorderhornzellen zueinander. In dem Maße aber als die Clarkesche Säule, je kaudaler wir im Dorsalmark abwärts gehen, zunimmt, desto weniger

finden wir von denjenigen Zellen, die den Bau der Mittelzellen zeigen, während hinsichtlich ihrer Topographie sich ihr Verhalten dahin ändert, daß sie größtenteils ventralwärts gedrängt werden, so daß sie großenteils ins Vorderhorn zu liegen kommen, während die Mittelzellen, die dem Zentralkanal angelagert sind, zunächst unverändert bleiben; ebenso die Seitenhornzellen, die nun bereits in den ersten Dorsalsegmenten eine bedeutende, gut abgegrenzte Gruppe bilden und die Hinterhornzellen, welche nach wie vor vermöge ihres von den Mittelzellen völlig differenten Aussehens und Baues wohl kaum mit letzteren in Beziehung gebracht werden können.

Am fünften Dorsalis hat die Clarkesche Säule die Mittelzellen schon zu zwei Drittel substituiert, am siebenten Dorsalis findet man in der einen Rückenmarkshälfte überhaupt keine Mittelzellen, während die andere Hälfte solche nicht deutlich der ventralen Peripherie der Clarkeschen Säule angelagert zeigt. In den folgenden Segmenten wird nun die Clarkesche Säule immer vollkommener, die Mittelzellgruppe schwindet mehr und mehr. Am achten Dorsalis finden wir keinerlei zellige Elemente, die den Mittelzellen zu analogisieren wären, sondern außer dem Clarkeschen Typus nur Seitenhorn- und Hinterhornzellen. Auch am Zentralkanal bemerkt man keine mittelzellähnlichen Elemente. Aber auch die Seitenhornzellen werden in den letzten Brustsegmenten durch die stets wachsende mächtige Clarkesche Säule lateralwärts an der Grenze der grauen Substanz und der Seitenstränge zusammengedrängt und bilden jetzt (ähnlich wie früher die Mittelzellen an deren ventraler Peripherie), an der lateralen, respektive etwas ventrolateralen Peripherie der Clarkeschen Säule eine Art Kappe. Das Hinterhorn mit seinen kleinen Zellen bleibt in diesen Höhen unverändert.

Am ersten Lumbalis, wo die Clarkesche Säule den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreicht hat, umgeben Seitenhornzellen die letztere an ihrer ventro-lateralen Peripherie kranzförmig. Spärliche Zellen, die ventral von dieser Formation liegen, zeigen den Charakter der Mittelzellen und werden bereits in dem folgenden zweiten und dritten Lumbalsegment zahlreicher in demselben Maße, als die Clarkesche Säule an Umfang abnimmt und lediglich von 2 bis 3 ihrer Zellen repräsentiert wird. Dieser Stillingsche Lumbalkern liegt in den nächsten Lumbalsegmenten der Anschwellung mitten eingebettet in die jetzt wieder beträchtlich entwickelte Mittelzellgruppe, die entsprechend der Mitte der Hinterhornbasis gelagert ist, ungefähr an derselben Stelle, wie im Halsmarke und ein von ventro-medial nach dorso-lateral verlaufendes Band darstellt. Die Seitenhornzellen nehmen an Zahl ab und bilden keine schön abgegrenzte Gruppe mehr. Im Hinterhorn finden sich jetzt zerstreut einzelne größere Elemente, die den Mittelzellen mitunter ähneln. Die zentralen Vorderhornzellen sind deutlich von den Mittelzellen abzugrenzen, von welch letzteren wiederum einzelne in der Zentralkanalumgebung auftreten.

Im Sacralmark findet man die ganze Zwischenzone von Mittelzellen besät. Von den zentralen Vorderhornzellen lassen sie sich nicht differenzieren; von den Zellen des Hinterhorns werden sie durch Markfasern, die in schönem Bogen von den Hintersträngen anscheinend gegen die Seitenstränge ziehen, geschieden.

Ganz ähnliche Verhältnisse habe ich auch an einer Anzahl zum Vergleich herangezogenen Rückenmarken von Erwachsenen gesehen, wobei ich freilich nicht an jedem Rückenmark und nicht immer an beiden Hälften desselben Rückenmarks das völlige Verschwinden der Mittelzellen in dem untersten Abschnitt des Dorsalmarks konstatieren konnte.

Orang-Utang.

Im oberen Halsmark, vor der Halsanschwellung, bemerken wir eine nicht sehr gut begrenzte Gruppe von Zellen, die lateral vom Zentralkanal in der dorso-ventralen Richtung verlauft und sich einerseits gegen die Zellen der hinteren medialen Vorderhorngruppe abgrenzt, anderseits bis zur Mitte der Hinterhornbasis reicht. Die Zellen sind polyklon, dreieckig (auch längs-oval), der Kern ist groß, bläschenförmig und besitzt ein sich gut färbendes Kernkörperchen; die Tigroide sind in Klumpen im Protoplasma des Zelleibes angehäuft. Im dritten und vierten Cervikalsegment rückt die Gruppe dieser Zellen, die ebenso dem Bau, wie auch der Struktur nach dem von uns bei Menschen beschriebenen Typus der Mittelzellen ähnlich sind — etwas dorsal- und lateralwärts und ist dann auch besser abgrenzbar, als in den obersten Segmenten. In dieser Höhe treten auch die ersten Clarkeschen Zellen auf, und zwar in der Zahl 1 bis 2 jederseits und liegen in der Mitte der Mittelzellgruppe. Von den Clarkeschen Zellen unterscheiden sich die Mittelzellen nicht nur durch ihre oben beschriebene Form und Struktur, die bei den Clarkeschen Zellen den bekannten Typus zeigen, sondern auch durch beträchtliche Größendifferenzen, indem die Mittelzelle ungefähr ein Drittel der Clarkeschen Zelle an Flächenausdehnung mißt.

Medial von der als Mittelzellen beschriebenen Gruppe findet sich ein Band spindeliger Zellelemente, die in Reihen untereinander parallel angeordnet, sich anscheinend in die Rolandosche Substanz fortsetzen, deren Breite diese Gruppe ungefähr zeigt. Lateral und ventral von den Mittelzellen liegen dreieckige oder spindelige, bandartig in die Länge ausgezogene Zellelemente, die die Mittelzellen etwa an Größe übertreffen. Diese Zellen, die im obersten Dorsalmark sämtliche in das Seitenhorn zu liegen kommen, oder auch in der weißen Substanz der Gegend zerstreut sind (outlying cells von Clarke) gehören wohl sämtlich der Gruppe der Seitenhornzellen an.

Am fünften Halssegment erreicht die Mittelzellgruppe ihre höchste Ausbildung im Cervikalmark. Nach dem Verschwinden der Anschwellung nehmen die Clarkeschen Zellen an Zahl zu, und dieser Vermehrung der Zellelemente der Clarkeschen Säule parallel geht die Verkleinerung der Mittelzellenzahl, so zwar, daß wir am sechsten Brustsegment an einer Seite des Rückenmarksquerschnittes eine gut entwickelte Clarkesche Säule ohne Beimengung von Mittelzellen finden, wogegen an der anderen Seite desselben Querschnittes die Clarkesche Säule viel weniger entwickelt ist, dagegen ventro-lateral von zwei, dorso-medial von einer Mittelzelle begleitet sind. Dagegen findet sich lateral von der Clarkeschen Gruppe noch immer eine Anzahl von Zellen mittlerer Größe, die jedoch

diffus in die Seitenhornzellgruppe übergehen und deren Repräsentant hier nahezu ebensoviel polygonale als spindelige Elemente enthält. Aus diesem Grunde ist eine Entscheidung darüber, ob es sich hier um Mittel- oder Seitenhornzellen handelt, schwer zu treffen. An der dorsalen Seite wird die Clarkesche Säule von einem Band spindeliger Zellen begrenzt, die den obenerwähnten spindeligen Elementen des Hinterhornrandes analog gebaut sind. Am Ende des Dorsalmarks sind die früher erwähnten, an der Clarkeschen Säule lateralwärts anliegenden Zellen vollständig verschwunden, respektive durch mächtige Clarkesche Säule ganz lateralwärts gedrängt; die letztere ist überdies ventral von mittelzellähnlichen Elementen begleitet, die jedoch von den zentralen Vorderhornzellen fast in gar nichts zu unterschieden sind; beim Zentralkanal und in seiner unmittelbaren Umgebung waren bis jetzt in keinem Segment zellige Elemente zu finden, die man mit Mittelzellen identifizieren könnte. Die Clarkesche Säule wächst fortwährend bis zum ersten und zweiten Lumbalsegment an Umfang und Zellen an. Von hier an nimmt sie aber rapid ab und an ihrer Stelle treten sukzessive Zellen von dem oben erwähnten Typus der Mittelzellelemente auf. Sie liegen, eine ziemlich gut begrenzbare Gruppe bildend, an der Basis des Hinterhorns analog ihrem topographischen Verhalten im Halsmarke.

Im Sacralmarke verschiebt sich die dort viele Zellelemente zählende Gruppe etwas ventralwärts und stark lateralwärts; sie liegt da, an die Seitenhornzellen angrenzend und weist in ihrer Mitte einige Zellen von anderem Typus als die Mittelzellen, die rund, kugelig und von bläschenförmigen Aussehen sind. Medial treten wiederum die kleinspindeligen Elemente auf, die gegen das Hinterhorn verlaufen und in der Mediallinie zu einer rundlichen kernartigen Gruppe verschmelzen. Jedoch komplizieren sich die Verhältnisse in diesen Endsegmenten, weil die Zellen der grauen Substanz alle einen untereinander ähnlichen Bau zeigen und deswegen sich wohl nicht mit Sicherheit gruppieren lassen.

Lemur.

Das obere Halsmark. Vor der Anschwellung ist das Gebiet, welches begrenzt wird durch die Hinterhornbasis, den medialen Hinterhornrand und Zentralkanal, die Vorderhornbasis und den lateralen Rand der grauen Substanz in vier Regionen einzuteilen. Eine an der Hinterhornbasis gelegene, welche diese letztere auch manchmal dorsalwärts überschreitet, eine zweite, die der Höhe des Zentralkanales entspricht, eine dritte ventral von dieser und endlich die letzte, welche dem medialen Hinterhornrand angelagert ist und ihrem Ansehen nach eine gewisse Verwandtschaft zur Substantia gelatinosa centralis zeigt und spindelige kleine den Hinterhornzellen ähnliche Elemente enthält Die anderen drei Regionen enthalten etwas größere polyklone Mittelzellen, jedoch lagern sich in der lateralen Partie der erstgenannten Region auch spindelige Seitenhornzellen, die sich eigentlich längs des ganzen lateralen Randes der grauen Substanz verfolgen lassen, ein Verhalten, das wahrscheinlich mit der eigentümlichen Konfiguration des Processus reticularis zu-

sammenhängt, der eigentlich den Rand des Vorder- und Hinterhorns bildet und in dem sich auch allenthalben solche Seitenhornzellen zerstreut finden. Hingegen finden sich in der Region, die der Höhe des Zentralkanales entspricht, auch eine Anzahl Clarkescher Elemente (1 bis 4) und eine der gewöhnlichen Clarkeschen Faserung sehr ähnliche Verteilung der Markbündel. Die ventral von dieser letztgenannten gelegene Region besteht ausschließlich aus Zellen von Mittelzellcharakter, wobei besonders hervorzuheben ist, daß auch die zentralen Vorderhornzellen denselben Typus zeigen.

Die Seitenhornzellen sind überdies durch feine Faserzüge, die vom Hinterhorn gegen die laterale Zacke des Vorderhorns in einen nach außen konkaven Bogen ziehen, von den Mittelzellen getrennt.

In der Halsanschwellung gibt es keine Clarkeschen Elemente, während im oberen Dorsalmark wiederum Clarkesche Zellen im beschriebenen Gebiet auftreten, allerdings mehr dorsal, so daß sie im mittleren Dorsalmark bereits hinter dem Zentralkanal zu liegen kommen, wobei die Zone am medialen Hinterhorn- und Commissurenrande auf einen äußerst schmalen Streifen zusammenschmilzt. Symmetrisch zum Zentralkanal liegen, wie dorsal von ihm die Clarkeschen Zellen, ventral vereinzelte Zellen von ähnlichem Typus in jenem Gebiet, das wie bereits beschrieben, vorwiegend Elemente von Mittelzellencharakter enthält, die zu der zentralen Vorderhornzellgruppe Beziehungen besitzen. In dem Maße, als die Clarkesche Säule an Umfang zunimmt, vereinfachen sich die Verhältnisse so, daß in den unteren Brusthöhen nebst dieser letzteren nur Seitenhornzellen längs des lateralen Randes der grauen Substanz und der eben genannten ventralen Zellgruppe zu finden sind. Das ganz verschmälerte Gebiet am medialen Hinterhornrande scheint hier keine Zellen zu enthalten. Man kann beim Lemur von einer Clarkeschen Säule nur dann eigentlich sprechen, wenn man nicht gerade diesen Begriff als den eines bestimmten Zellkomplexes faßt, weil sie bei diesem Tier vorwiegend aus Markfasern gebildet ist und auffallend wenige (2 bis 3) Zellen vom Clarkeschen Typus enthält. Eher beteiligen sich kleinere Zellelemente an dem Aufbau der Säule (Mittelzellen), welche in eigentümlicher Weise mitten im Gebiete der Clarkeschen Eigenfaserung liegen. Die Verhältnisse sind übrigens sehr wechselnd, indem einzelne Höhen sich so verhalten, wie eben beschrieben wurde, andere — besonders in oberen Segmenten des Dorsalmarks — wiederum aus 2 bis 3 Clarkeschen Zellen und Eigenfaserung sich zusammensetzen.

Die Lumbalanschwellung besitzt nur 1 bis 2 Vertreter des Clarkeschen Typus, und zwar sind diese Zellen nur in unteren Segmenten der Anschwellung zu finden. Die übrigen Zellen, die im allgemeinen noch spärlicher auftreten, als im Dorsalmark, verteilen sich in der Mittelzone, wobei wiederum der mediale Hinterhornrand einen der zentralen gelatinösen Substanz ähnlichen Bau zeigt und Hinterhornzellen enthält. Seitenhornzellen, wie früher beschrieben. Die Mittelzone stellt sich von einem feinen Längsfasernetz erfüllt dar, das unvermittelt in das des Vorderhorns übergeht und ebenso wie im Hals- und Brustmark Fasern gegen die Seitenstränge entsendet.

Das Sacralmark zeigt plötzliches Anwachsen von Zellen des Clarkeschen Typus im Vergleich zum gewöhnlichen Verhalten dieser schon zum

Konus gehörigen Segmente. Seitenhornzellen finden sich an der Grenze vom Vorder- und Hinterhorn. Die Mittelzellen sind in der ganzen Mittelzone zerstreut.

Cynocephalus hamadryas.

Cervikalmark. Die oberen Segmente (1 bis 3) zeigen die Mittelzellen in einer Gruppe vereinigt, deren dorso-ventraler Durchmesser etwas dorsal von der hinteren Peripherie des Zentralkanals ihren Anfang nimmt und bis in die Höhe des ventralen Randes der grauen Commissur reicht. Diese Gruppe setzt sich zusammen aus Elementen, welche hier beim Cynocephalus nicht charakteristisch polygonal sind, sondern mehr rundlich und auch in ihrer Größe — von denen beim Orang differieren, indem sie fast immer halb so groß sind, als die Clarkeschen Zellen. Ihr Kern nimmt fast die ganze Zelle ein und läßt nur einen schmalen peripheren Protoplasmasaum frei, in dem mangels spezifischer Zellfärbung die Tigroide nicht gesehen werden konnten; hingegen zeigte der Kern nebst einem dunkel tingierten Nucleolus deutliche Granulierung. In diesen obersten Segmenten treten im Bereich der Mittelzone bereits spärliche (2 bis 3) Clarkesche Elemente auf, jedoch etwas exzentrisch, nicht wie beim Orang zentral, sondern mehr dorso-medial, mitunter sogar weit ventral gerückt, etwa in der Höhe der vorderen Zentralkanalperipherie. Auf diese Weise erscheint also die größere Partie der Mittelzone ventro-lateral von diesen Clarkeschen Elementen; und doch erstrecken sich einzelne der erstgenannten Zellen dorso-medial vom letzteren gegen das Hinterhorn.

Die Seitenhornzellen kann man in diesen ersten Halssegmenten überhaupt nicht abgrenzen, mit Ausnahme jener spindeligen, mitunter auch polyklonen Zellen, die ganz lateral den Rand der Mittelzone einnehmen. Hingegen bestehen von diesen letztgenannten Typen kontinuierliche Übergänge bis zu den medial gelegenen Mittelzellen (Nissl-Präparate mangelten jedoch). Am Csokor zeigt sich das Terrain der Mittelzone samt den in ihrer Mitte befindlichen Stillingschen Zellen erfüllt von einem reichen Markfasernetz, das anscheinend den hierher ziehenden Hinterwurzelanteilen seinen Ursprung verdankt und aus dem einzelne längsgetroffene Faserbündel gegen die Seitenstränge zu ziehen scheinen.

In der Halsanschwellung ändern sich die Verhältnisse gar nicht. Es wäre nur besonders zu bemerken, daß jenes Band spindeliger Elemente, welches — wie auch beim Orang beschrieben wurde — zwischen Mittelzellen und dem medialen Hinterhornrand gelegen ist, in vorliegenden Präparaten nicht gefunden wurde. Außerdem finden sich nunmehr dorsal von der Gruppe der Mittelzellen und Clarkescher Zellen vereinzelte polygonale Zellen bereits im Hinterhorn, der etwas ventraler gerückten Mittelzellgruppe dorsal angelagert. Sie sind fast so groß, wie Vorderhornzellen und zeigen keinen Clarkeschen Typus. An derselben Stelle finden sich auch spindelige Zellen, deren Gesamtheit eine bandartige Verbindung zwischen der hinteren Commissur und dem lateralen Rand der grauen Substanz darstellt (Clarke).

Die Vermehrung der Clarkeschen Zellen im Dorsalmark wird von der Abnahme der Mittelzellen begleitet und zwar verschwinden zuerst die dorso-medial gelegenen, während die ventro-lateral gelegenen vorderhand noch in beträchtlicher Anzahl erscheinen. Sie lagern sich derart, wie eine Kappe, an die immer zahlreicher werdende Clarkesche Gruppe an und erscheinen am 14. Dorsalis und einzelnen folgenden Segmenten durch Markfasern, die einen rein frontalen Verlauf besitzen und in der Höhe des Zentralkanales liegen in zwei Gruppen, eine dorsale und eine ventrale, geteilt. In den kaudal gelegenen Höhen des Brustmarks verschwindet diese dorsale Gruppe zuerst, die ventrale bleibt auch dann bestehen, wenn die Clarkesche Säule die Höhe der Ausbildung erreicht (20 Segment = 12 Dorsalis). Dort verschmilzt sie mit der zentralen Vorderhornzellgruppe — entweder, weil sie durch die große Clarkesche Säule so weit ventralwärts gedrängt wird, oder aber — wäre es denkbar — daß jene ventralere als Mittelzellen beschriebene Gruppe an und für sich der Vorderhorngruppe angehört.

So wie das dritte Lumbalsegment erreicht wird, hört mit einem Schlage die Clarkesche Formation auf und es erscheint genau an ihrer Stelle eine große Anzahl von Zellen, die polyklon sind und hinsichtlich ihres Baues den Mittelzellcharakter zeigen, aber anscheinend wesentlich kleiner sind, als die gleichen Zellen des Halsmarks. Die Faserung dieser Gruppe scheint einerseits zu den hinteren Wurzeln und der hinteren Commissur, anderseits zum Vorderhorn und den Seitensträngen Beziehungen zu besitzen.

Es läßt sich jedoch diese Zellgruppe auch bis an den lateralen Rand der Waldeyerschen Mittelzone verfolgen, wo die typischen, wohl abgrenzbaren Seitenhornzellen des Dorsalmarks fehlen. Je kaudalere Segmente man in Lumbosacralmark betrachtet, desto diffuser breiten sich die Zellen vom beschriebenen Charakter aus, ohne daß bei diesem Tier Vertreter des Stillingschen Typus bemerkt wurden.

Auch beim

Cynocephalus babuinus

bestehen ähnliche Verhältnisse, wie beim Hamadryas, nur daß im allgemeinen die Clarkesche Säule weniger gut entwickelt ist. Im Sacralmark finden sich vereinzelte große Clarkesche Zellen. Dessenungeachtet ist die Anzahl der Mittelzellen eine sehr große.

Pteropus edulis.

Im Halsmark inklusive der Anschwellung wird die Mittelzone von einem dichten Netz von Markfasern erfüllt, das von Faserbündeln aus den Hintersträngen und dem Hinterhorn seinen Ursprung nimmt, während anderseits Faserbündel dieses Gebiet lateralwärts gerichtet verlassen und die Seitenstränge betreten. In diesem Netzwerke liegen zahlreiche Zellen, kleine rundliche bis polygonale mit undeutlichem Kern, größere birnförmige und als Übergänge mehr spindelige, die einen langgestreckten Kern enthalten (Nissl-Färbung). Die kleinen polygonalen Zellen überwiegen weitaus die

anderen Formen und breiten sich nicht nur in der Mittelzone, sondern auch in dem besonders deutlich ausgeprägten Hals des Hinterhorns und der Region des Processus reticularis aus. Die spindelige Form ist wohl die seltenste und tritt hauptsächlich in den ventro-lateralen Anteilen der Mittelzone auf, hart am Rande der grauen Substanz. Ein Teil der Mittelzone bleibt nahezu zellfrei; es ist das jener, dem medialen Hinterhornrande angelagerte, der sich hier von derselben Struktur erweist, wie die zentrale gelatinöse Substanz und mitunter zellige Elemente enthält, die eine Mittelstufe zwischen Hinterhorn- und Mittelzelle darstellen (Biach). Wenn man nach der Form urteilen darf, so wären in den beschriebenen Segmenten jene kleinen polygonalen bis rundlichen Zellen als Mittelzellen, die birnförmigen als Clarkesche Zellen zu betrachten, nachdem hier das Kriterium der Lage im Stich läßt. Vielleicht gehören die lateralen Elemente dem Seitenhorn an, da ja auch dort spindelige Elemente zu finden sind. Die obersten Dorsalhöhen, etwa bis zum unteren Drittel des Brustmarks zeigen ein geändertes Bild. Hier rücken beiderseits in einem Kreis gruppierte Clarkesche Zellen hinter dem Zentralkanal bis an die Mittellinie, in welcher sie sich berühren. Zu diesen Clarkeschen Zellen treten sehr dicke hintere Wurzelbündel, die einen rein dorso-ventralen Verlauf besitzen, während die bereits erwähnten, jedoch dünneren Hinterwurzelfasern nach wie vor in das Gebiet der Mittelzellen sich begeben, das sich jetzt lateral von der Clarkeschen Säule befindet, und gegen die weiße Substanz zu, durch zahlreiche, ihrer Form nach wenig distinkte Seitenhornzellen seinen Abschluß findet. Die Form der Clarkeschen Zellen ist birnförmig bis kreisrund. Sie lassen wohl einen zentralen bläschenförmigen Kern, aber keine Tigroide erkennen (Schnittdicke). Die Mittelzellen sind trotz der gleichzeitigen Anwesenheit der Clarkeschen Säule bis in das untere Drittel des Brustmarks recht zahlreich, ja sie scheinen sogar gleichzeitig mit der Clarkeschen Säule sich zu vermehren. Sowie aber die Endsegmente des Dorsalmarks erreicht werden, tritt die Clarkesche Säule wiederum von der Mediallinie lateralwärts in die Mittelzone zurück und scheint einen Teil der dort gelagerten Mittelzellen zu verdrängen, da die Zahl dieser letzteren innerhalb dieser Höhen und der Anfangshöhen des Lendenmarks entschieden abnimmt. Erst bei Beginn der Lumbalanschwellung ist wieder das Gebiet der Zwischenzone von einer großen Menge kleinerer Mittelzellen erfüllt, welch letztere nunmehr auch in die seitlichen Partien dieser Zone sich ausbreiten, wo eine gut abgegrenzte Seitenhorngruppe mangelt.

Nur am lateralen Rande des Hinterhorns und mitunter auch der Zwischenzone liegen große, meist spindelige Zellen (Marginalzellen?).

Das Sacralmark zeigt nur zwei Zelltypen: vorderhornzellähnliche Elemente und kleinere Gebilde, teils von Mittelzelltypus, teils von Bläschenform.

Vesperugo.

Bei Vesperugo findet sich das Gebiet, bestehend aus Hinterhornhals, Mittelzone und teilweise auch Commissurengebiet, erfüllt von kleineren meist dreieckigen Zellen und zeigt nur in einzelnen Dorsalsegmenten

größere Zellen hart an der Medianlinie, die vielleicht dem Clarkeschen Typus angehören. Die kleinen Elemente unterscheiden sich von den zentralen Vorderhornzellen nahezu in nichts. Die typischen Vorderhornzellen liegen am ventralen Rande des Vorderhorns. Derart ergeben sich für dieses Rückenmark, von dem allerdings nur eine geringe Zahl etwas mangelhafter Präparate zur Verfügung stand, eigentlich die vereinfachten Verhältnisse des Sacralmarks beim Pteropus, wobei freilich immer noch mit der Kleinheit der Elemente zu rechnen ist, wenn man eine Gruppentrennung versucht.

Felis domestica.

Im obersten Cervikalmark vor der Anschwellung finden sich 5 bis 8 Clarkesche Zellen, die lateral vom Zentralkanal liegen. Lateral von diesen Clarkeschen Elementen dehnt sich ein langes Band von Mittelzellen bis gegen den Markkern des Hinterhorns aus. Dortselbst liegt ganz am Rand der grauen Substanz eine Gruppe von spindeligen Seitenhornzellen, die auch noch ventralwärts längs dieses Randes zu verfolgen sind. Der Processus reticularis reicht sehr weit nach hinten und bildet mit seinen Seitenhornzellen sozusagen einen eigenen Kern im Seitenstrang. In der Halsanschwellung verschwinden die Clarkeschen Zellen, ohne daß man eine allmähliche Abnahme dieser bemerken könnte, während an ihrer Stelle nunmehr lauter Mittelzellen auftreten, die aber auch das Gebiet dorsal bis gegen den Hinterhhornkern einnehmen und lateralwärts sich mit spindeligen Seitenhornzellen vermengen. Einzelne Zellgebilde des Hinterhorns und Processus reticularis sind ausnehmend groß und zeigen den Charakter der vorderhornzellänlichen Elemente. Die Clarkesche Säule ist im Dorsalmark zellarm und liegt in ihrem Hauptanteil jederseits von der Medianlinie, dorsal vom Zentralkanal; aber auch ventral von dieser Hauptgruppe liegt eine kleinere abgesprengte Zellgruppe, ventro-lateral vom Zentralkanal.

Die abgesprengte Gruppe erscheint stark vermengt mit Gebilden von Mittelzellcharakter, die sich im ganzen Gebiet zwischen dem Rand der grauen Substanz und der Clarkeschen Hauptgruppe zerstreuen. Außer diesen gibt es in dieser Region nur die Zellen des im Brustmark gut ausgebildeten Seitenhorns nebst spärlichen vorderhornzellähnlichen Elementen. Ein völliges Verschwinden der Mittelzellen konnte an diesem Tiere nicht konstatiert werden, weil jene bereits erwähnte bandartige Anordnung der Seitenhornzellen um die Clarkesche Säule nicht deutlich von den Mittelzellen differierende Zellen führt.

Gewiß aber ist die Zahl der Mittelzellen in den Dorsalendsegmenten weitaus geringer, als in den kranialen Höhen. Erst im Lumbalmark und auch in den Sacralsegmenten zeigen sich wieder zahlreiche Mittelzellen bei gleichzeitigem Fehlen der Clarkeschen Elemente.

Felis Pardus.

In den obersten Halssegmenten finden wir in der Mitte der Zwischenzone lateral vom Zentralkanal eine deutlich gegen andere Zell-

gruppen abgegrenzte Gruppe von Mittelzellen, zu denen Fasern aus den hinteren Wurzeln hinzutreten und dort ein dichtes Fasergewirr bilden. Inmitten dieser Zellen liegen spärliche Clarkesche Elemente, deren Zahl ebenso wie die der Mittelzellen, die vor der Anschwellung ziemlich gering ist, in dieser stark anwächst. Auch werden die letztgenannten Zellen etwas größer, als vor der Anschwellung. Die Clarkeschen Zellen befinden sich vereinzelt inmitten der Mittelzellen in der Zwischenzone, manchmal lateralwärts gegen den Processus reticularis oder aber am medialen Hinterhornrand; es wurde auch eine Clarkesche Zelle am medialen Rande der Vorderhornbasis bemerkt. Verhältnismäßig finden sich mehr Clarkesche Zellen unmittelbar vor der Anschwellung, als Mittelzellen. Am lateralen Rand der Mittelzone treten Zellen auf, die multipolar sind und lange Fortsätze zeigen, ungefähr in der Größe der kleineren Vorderhornzellen sind und unverkennbare Ähnlichkeit mit jenen Nervenzellen zeigen, die im ersten und zweiten Halssegmente in einem Herde grauer Substanz der Seitenstränge sich finden.

Im oberen Dorsalmark treten die Clarkeschen Zellen an der für die Clarkesche Säule charakteristischen Stelle auf. Doch ist ihre Zahl noch sehr klein und es finden sich Zellen noch außerhalb der Säule, inmitten der Mittelzellgruppe, die sich ventro-lateral von der Clarkeschen Säule befindet. Die Zellen dieser Gruppe, die hier ebenso groß, wie die des Seitenhorns sind, unterscheiden sich vermöge ihrer Polyklonie (die dreieckige Form ist hier besonders stark vertreten) von den letztgenannten Zellen, die hier weit entfernt von der gewöhnlichen spindeligen und bandartig ausgezogenen Seitenhornzellform sind und von denen manche vielmehr kleinen Clarkeschen Zellen ähneln. Erst im mittleren Dorsalmark nehmen die Seitenhornzellen, auch an Zahl vermehrt, die gewöhnliche Form an. Die Mittelzellen liegen ventral von der Clarkeschen Säule zwischen dem Zentralkanal und vorderen Commissur und sind von der Säule durch das schon öfters beschriebene Band von spindeligen Zellelementen, das gegen den lateralen Rand der grauen Substanz zieht, geschieden. Kurz vor der Lendenanschwellung verschwinden die Mittelzellen. Die Clarkesche Säule, die hier stark entwickelt ist, weist dennoch nicht sehr viele Zellelemente auf. Sie wird umgeben von den spindeligen Seitenhornzellen.

Im Lumbal- und Sacralmark herrschen ähnliche Verhältnisse, wie bei Felis domestica. Es ist nur auffallend, daß sowohl im Hinterhornmarkkern, als auch weit ventral gegen das Vorderhorn zu den Clarkeschen ähnliche Zellelemente vorkommen.

Canis familiaris.

Halsmark. Inmitten eines dichten Fasergewirres, das die Mittelzone erfüllt, finden wir eine ziemlich große Anzahl von Zellen, deren Struktur deutlich die von uns als für die Mittelzellen charakteristisch beschriebenen Merkmale zeigt. Diese Zellen sind entweder am ganzen oben erwähnten Gebiete, einerseits bis ins Vorderhorn eingreifend, anderseits bis gegen den Processus lateralis auslaufend, zerstreut, oder bilden eine kleinere, gut begrenzte

Gruppe etwas lateral vom Zentralkanal und eine zweite an der äußersten Einbuchtung des Hinterhorns, dorso-medial von den zahlreichen Seitenhornzellen. Bis zur Halsanschwellung sind nur hie und da in den oberen Cervikalsegmenten typische Clarkesche Zellen zu sehen und zwar 1 bis 2 an Zahl. Sie liegen zwischen den Mittelzellen und sind in bezug auf ihre Lage sehr wechselnd, so, daß sie am medialen Hinterhornrand, lateral vom Zentralkanal oder auch mehr ventral, nahe der Vorderhornbasis zu liegen kommen.

Die Faserverhältnisse sind nicht mit Bestimmtheit wegen des Fasernreichtums zu erkennen, doch glaube ich an Weigert- und Czokor-Präparaten den bei der Katze und Marder beschriebenen Verhältnissen analoge zu erkennen.

Auffallend ist auch bei diesem Tier der Reichtum an Seitenhornzellen, die sich nicht nur auf den Processus reticularis, respektive das Seitenhorn beschränken, sondern auch bis in die Mitte der Mittelzone reichen.

In der Cervikalanschwellung finden wir wie gewöhnlich beinahe keine Clarkeschen Zellen, doch bleiben die oben beschriebenen Verhältnisse der Mittelzellen und der Faserung unverändert.

Im Dorsalmark tritt schon ganz oben die Clarkesche Säule auf. In ihrem Komplex und auch außerhalb ihr, ventro-lateral, sind in einer gut umschriebenen Gruppe ziemlich viel Mittelzellen vorhanden. Diese letzt erwähnte Gruppe hebt sich deutlich von anderen Zellgruppen ab. In dem mittleren Dorsalmarke scheint es, als ob die Clarkesche Säule plötzlich eine Unterbrechung erlitten hätte — es sind auch an diesen Segmenten sehr viel Mittelzellen zu sehen. Doch im unteren Dorsalmark wächst die Clarkesche Säule wiederum an. Gleichzeitig sind die Mittelzellen auf eine kleine Gruppe in der Zwischenzone ventro-lateral von der Clarkeschen Säule reduziert. Die spindeligen Elemente, die die Clarkesche Säule ventral umgeben, ziehen gegen den lateralen Rand der Zwischenzone, wo im gut ausgebildeten Seitenhorn eine ziemlich große Anzahl von Seitenhornzellen vorhanden ist. Sie sind sämtlich rund, kugelig, manchmal birnförmig, erinnern an den runden Typus der Mittelzellen oder an kleine Clarkesche Zellen.

Nach dem Verschwinden der Clarkeschen Zellen erfüllen die Mittelzellen anscheinend das ganze Gebiet der Mittelzone.

Doch lassen sich zwei deutlich abgegrenzte Gruppen absondern, eine größere an dem lateralen Drittel der Hinterhornbasis, die von lauter mittelgroßen polyklonen Zellelementen besteht und sich gegen die Seitenhornzellen und kleinen Hinterhornzellen sondern läßt — und eine an der Basis des Vorderhorns, die aus kleineren, spindeligen und rundlichen Zellen besteht. Markfasernetze umgeben alle Zellen.

In der Zwischenzone sind auch einige große vorderhornzellähnliche Elemente zu sehen; auch eine Clarkesche Zelle wurde an der Basis des Vorderhorns bemerkt. Im Sacralmark sind die Zellverhältnisse mehr verwickelt; die Zellen gehen ineinander über und sind in Gruppen nicht zu sondern. Im Hinterhornkörper bemerkte man eine große Zelle.

Mustela fuina.

Im oberen Cervikalmark begegnen wir einer Anzahl von Zellen, die inmitten eines dichten Fasergewirres dorso-lateral vom Zentralkanal liegen und von spindeliger, langgestreckter Form sind. Diese Zellen, die am ehesten an die Zellen des Clarkeschen Typus erinnern, sind ventro-lateral von einer großen Zahl von Zellen umgeben, die den Mittelzelltypus aufweisen. Die Zellen erstrecken sich einerseits bis zur Basis des Vorderhorns, anderseits, dorsal bis gegen den Markkern des Hinterhorns. Lateral lagern sich die Zellen den Zellen des Processus reticularis an, der langgestreckt die laterale Partie der grauen Substanz umlagert.

Schon am zweiten Cervicalis verschwinden die Clarkeschen Zellen und das ganze Gebiet der Zwischenzone wird von jetzt an bis über die Halsanschwellung von Mittelzellen beherrscht. Es wäre zu bemerken, daß wir in den Zellen der Region 2 Gruppen unterscheiden können, von denen die eine, die dorsalere, in der Höhe des Zentralkanales gelegen ist und sich gegen das Hinterhorn und Seitenhorn erstreckt, die andere, deren Zellelemente etwas größer erscheinen, als die der dorsaler gelegenen Gruppe. liegt etwas ventral von dem Zentralkanal in der Höhe der vorderen weißen Commissur. Auch in der Faserung der beiden Gruppen ist ein beträchtlicher Unterschied zu bemerken. Während nämlich die dorsalere Gruppe ihre Fasern aus den Hinterwurzeln anscheinend bezieht, scheint die Faserung der ventralen Gruppe aus Fasern der weißen Commissur und den angeblichen Gaskelschen Fasern zu bestehen. Analoge Verhältnisse bestehen auch im Dorsalmark.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen beim Rückenmarke der Katze, begegnen wir beim Marder im Dorsalmarke einem großen Zellreichtum. Clarkesche Zellen sind nur spärlich vorhanden und kommen vor zwischen den Zellen der Mittelzellgruppe zerstreut (1 bis 3 an Zahl); sie unterscheiden sich von den sie umgebenden Zellen durch beträchtliche Größe- und Formunterschiede. Erst 2 bis 3 Segmente von der Lendenanschwellung kann man die Clarkesche Säule als solche deutlich erkennen, wenn auch die Zellenzahl auch dort recht spärlich bleibt. Erst knapp vor der Anschwellung wächst die Clarkesche Säule spärlich an und im selben Maße verschwinden die Zellen der Mittelzone, mit Ausnahme der oben erwähnten ventralen Gruppe, die sich weiter lateral verschiebt, an die Zellen der zentralen Gruppe des Vorderhorns sich anlegt, doch dieselben Faserverhältnisse aufweist, die oben erwähnt wurden. In den ersten Lumbalsegmenten verschwinden Clarkesche Säule und Zellen vollständig.

Das Gebiet der Mittelzone wird von Mittelzellen erfüllt, deren Zahl aber die der Zellen im Cervikalmark nie erreicht. Im obersten Sacralmark kommen zwischen den Zellen wiederum 2 bis 3 Clarkesche Zellen vor, ohne jedoch eine begrenzte Gruppe zu bilden.

Die Faserverhältnisse beim Marder ähneln ziemlich den oben beschriebenen bei der Katze.

Erinaceus europaeus.

Halsmark. Im stark zerklüfteten Processus reticularis findet sich eine große Anzahl spindeliger Zellen, die mit den Fasern des Processus reticularis in die Mittelzone und die zentrale Hinterhornpartie eindringen, während die gelatinöse Partie des letzteren kleinere, fast kommaförmige Elemente in großer Zahl enthalten. Dadurch nun, daß die Zellen des Processus reticularis in die Mittelzellen weit eindringen, spalten sich dieselben mit ihren Zellgebilden so, daß sich ausgesprochene Mittelzellen teils dorsal, teils ventral von diesen spindeligen Zellen finden. Je weiter kaudalwärts wir im Halsmark kommen, desto größer scheinen die Mittelzellen zu werden. In den unteren Segmenten, sowie im Dorsalmark tritt außerdem dorsal vom Zentralkanal eine Zellgruppe auf, die inmitten von gelatinöser Substanz liegt und birnförmige Elemente mit bläschenförmigem Kern enthält, die größer als Mittelzellen aber kleiner als Vorderhornzellen sind. Es sind wohl Clarkesche Elemente. Ganz ähnliche Zellen liegen auch ventral vom Zentralkanal. Das Lenden- und Sacralmark zeigt diese Zellen nicht. Bezüglich der Faserung verhalten sich alle Höhen gleich.

Es scheinen nämlich sowohl aus dem Hinterhornmarkkern, als auch aus den Hinterwurzeln Fasern in die Mittelzellregion zu ziehen. Zu den oben als Clarkesche Gruppe aufgefaßten Zellelementen scheinen nur wenige Hinterwurzelfasern Beziehungen zu besitzen.

Mus musculus.

Die ganze Zwischenzone wie auch das Vorder- und Hinterhorn dieses Rückenmarks ist von kleinen rundlichen oder polyklonen Zellgebilden besät, aber im ganzen Cervikal und oberen Dorsalmark kann man die Mittelzellen als besondere Gruppe nicht abscheiden, da die Zellen der Zone sich von denen des Vorder- und Hinterhorns in nichts unterscheiden und sich auch topographisch nicht abgrenzen lassen. Etwas besser kann man die Zellen als Gruppe im unteren Dorsalmark und oberen Lumbalmark trennen, da an der Basis des Vorderhorns größere Zellelemente und vom Seitenhorn auch gegen den Markkern andersgeformte Zellen, als die der Zwischenzone auftreten, wodurch die Mittelzellgruppe hervorgehoben wird. Im Dorsalmark befinden sich auch dorso-lateralwärts vom Zentralkanal große längsovale Zellen, die durchaus chromophil sind. Im Sacralmark wurde zwischen den kleineren Elementen auch eine große runde Zelle in der Zwischenzone bemerkt.

Mus rattus.

Ähnliche Verhältnisse wie bei Mus musculus wurden auch bei Mus rattus gefunden. Als Besonderheit wäre eine Gruppe von großen rundlichen Zellen, die im ersten Cervikalsegment, dem Zentralkanal anliegend, auftreten um schon beim zweiten Segment vollständig als Gruppe zu verschwinden, zu verzeichnen. Zwischen den Zellen, die die Zwischenzone und Hinterhorn bis zum Vorderhorn zu erfüllen, waren im Dorsalmarke auch ziemlich viele

vorderhornzellähnliche Elemente zu finden, die meistens chromophil waren. Durchaus chromophil war auch die Gruppe, die analog der bei Mus musculus beschriebenen dorso-lateral vom Zentralkanal zwischen den Fasern der hinteren Commissur zu liegen scheint. Diese Gruppe wurde nur am ersten Schnitt des Dorsalmarks (15. Segment) gesehen, und zwar in einer Rückenmarkshälfte. Es war auffällig, daß in diesem Schnitt an derselben Rücken markshälfte die Zahl anderer Zellen der Mittelzone stark vermindert war; die Mittelzellgruppe ist in diesem Rückenmarke nur im oberen Cervikalmarke deutlich von anderen Zellen zu sondern.

Cavia cobaya.

Im ganzen Halsmarke, die Halsanschwellung eingerechnet, bemerkt man in der Mittelzone eine Gruppe von Mittelzellen, die von einem Fasernetz durchflochten ist und die von einem Band spindeliger Zellen, das von der hinteren Commissurgegend gegen das Seitenhorn, respektive Processus reticularis zieht, umgeben wird. Die Mittelzellen grenzen in dieser Region dorso-lateral an die Seitenhornzellen, die hier in ihrer typischen langgestreckten spindeligen Form, reich an Zahl, ohne deutliche Grenze in die Hinterhornzellgruppe übergehen; an ihrer dorso-medialen Seite grenzen die Mittelzellen an ein Band von spindeligen Zellelementen, das längs des medialen Hinterhornrandes zieht. Diese letztgenannten Zellen liegen in einem der zentralen und der Rolandoschen gelatinösen Substanz sehr ähnlichem Gewebe und lassen sich in allen Rückenmarkshöhen nachweisen. Sie stellen sich dar als ein von der Substancia gelatinosa Rolandoi durch hintere Wurzelfasern abgetrennter Teil, und zwar am deutlichsten im Sacralmark, wo sie zu einer Gruppe in der Medianlinie zusammenschmelzen. Clarkesche Zellen wurden im ganzen Cervikalmark nicht gesehen.

Im Dorsalmark findet man vereinzelt die ersten Clarkeschen Zellen zwischen den Mittelzellen liegen, erst ungefähr im 11. bis 12. Segment (3. bis 4. Dorsalis).

Doch vermehren sich die Clarkeschen Elemente in den kaudaleren Segmenten nicht, sondern treten hie und da im mittleren Dorsalmark zerstreut in der Zwischenzone, am Hinterhornrand oder nahe dem lateralen Rande der grauen Substanz.

Die Mittelzellen liegen im Dorsalmark zerstreut in der ganzen Zwischenzone, doch am meisten in einer Gruppe in ihrem Zentrum vereint. Ihre Begrenzung ändert sich nicht. Ihre Zahl hingegen wird trotz der Spärlichkeit Clarkescher Elemente geringer zugunsten der Seitenhornzellen, die weit in die graue Substanz der Mittelzone und der Hinterhörner eindringen, um sich im Hinterhorn bis fast an den Apex zu erstrecken. Die Mittelzone baut sich also im Bereiche des Dorsalmarks hauptsächlich aus spindeligen Hinterhornzellen, Seitenhornzellen, sowie Mittelzellen und ganz wenigen Clarkeschen Zellen auf. Auch die Faserung zeigt hier nicht das Bestreben von den hinteren Wurzeln aus in größeren Anteilen gegen die Mittelzone zu ziehen.

Im Lumbalmark ist die Mittelzone ungemein zellreich, die Zellen selbst sind polygonal, klein und setzen sich unscharf gegen das Hinter- und Vorderhorn ab.

Auch sind die Seitenhornzellen auf den Processus reticularis beschränkt und zeigen gegenüber dem Dorsalmark eine deutliche Abnahme an Zahl; ja, im Sacralmark verschwinden sie gänzlich und es ist dort nicht nur die Mittelzone, sondern auch ein Teil des Hinterhorns (vorwiegend die lateralen Partien) und zentrale Vorderhornpartien von Mittelzellen, respektive von mittelzellähnlichen Elementen erfüllt.

Lepus cuniculus.

Im ersten Segment des Halsmarks finden wir eine kleine Gruppe von Clarkeschen Elementen, die ziemlich gut nach allen Richtungen begrenzt erscheint. An ihrer dorsalen Seite bilden die zu der genannten Gruppe hinzutretenden Fasern der hinteren Wurzeln ein enges aber dichtes Faserngewirr, in dessen Mitte eine Anzahl polygonaler Zellen eingelagert erscheint. Diese Zellen, deren Größe ungefähr eine Hälfte der Clarkeschen Zelle beträgt, bilden allem Anschein nach den kleinzelligen Anteil der Clarkeschen Säule. Diese ist ventral von einem breiten Band kleiner Zellen von polykloner Form — anscheinend Mittelzellen — umgeben, das an die Zellen des Processus reticularis sich anschließt, welch letzterer längs des ganzen lateralen Hinterhornrandes verläuft. Diese Seitenhornzellen sind spindelig, ebenso wie die Hinterhornzellen des Markkerns, welche die Clarkesche Säule dorsal abgrenzen.

Medial am Hinterhornrand zieht eine Gruppe kleiner spindeliger Elemente, welche Region einerseits hinsichtlich der Struktur der Grundsubstanz mit der Substancia gelatinosa centralis zusammenhängt, hinsichtlich der Zellen aber Verwandtschaft mit dem Hinterhorn besitzt. Die zentralen Vorderhornzellen unterscheiden sich nicht wesentlich von den Mittelzellen. Medial von den Stillingschen Zellen, zwischen dem Zentralkanal und der hinteren Commissur liegt eine Gruppe von Zellen, die ungefähr die Hälfte der Größe der Clarkeschen Zellen aufweisen, großen bläschenförmigen Kern und deutliches Kernkörperchen führen und deutlich als Mittelzellen zu erkennen sind. Auch mehr ventral von der Gruppe in der vorderen Frontalebene des Zentralkanales sind ähnliche Zellen zu finden; daselbst liegen auch vereinzelte Clarkesche Zellen.

Schon im zweiten Cervikalsegment löst sich die Clarkesche Säule als Gruppe auf und an ihre Stelle treten viele Zellen, die im ganzen Gebiet vom Zentralkanal bis zur Basis des Hinterhorns und über diese hinaus, bis zum Processus reticularis zerstreut sind. Morphologisch sind diese Zellen nicht gleich, indem die medialen vorherrschend den Mittelzellen, die lateralen wohl den Seitenhornzellen zu analogisieren sind. Inmitten dieser Zellen findet man eine ziemlich große Anzahl Clarkescher Zellen, die entweder zentral in der Gruppe, dorso-lateral, respektive lateral vom Zentralkanal, oder auch manchmal in der Höhe der vorderen frontalen Zentralkanalebene zu liegen kommen. Derartige weit ventral geschobene, den

Clarkeschen Zellen ähnliche Elemente liegen teilweise fast im Vorderhorn.

In der Halsanschwellung treten keine wesentlichen Änderungen ein.

Im oberen Dorsalmark sehen wir dorso-lateral vom Zentralkanal eine Gruppe von Clarkeschen Zellen. Sie grenzen lateral an die ziemlich zahlreichen Seitenhornzellen, ventro-lateral von ihr und ventro-medial vom Processus reticularis liegt dagegen eine ziemlich zahlreiche Gruppe von Mittelzellen. Ihre Lage entspricht der Mitte einer Linie, die man sich von der Mitte des Zentralkanales bis zur dorso-lateralen Zacke des Vorderhorns gezogen denkt.

Diese Gruppe ist neben der von ihr dorsal gelegenen Seitenhornzellgruppe die bestentwickelte dieser Region. Die Clarkeschen Zellen sind nur spärlich vorhanden. Außer den eben erwähnten Gruppen findet man auch dem Zentralkanal angelagert, an seiner ventralen Peripherie, eine Gruppe von Zellen, die den Mittelzellen ähnlich, aber etwas größer sind. Die Clarke sche Säule wächst nur im unteren Dorsalmark auf eine ganz kurze Strecke an. Eine wesentliche Verminderung der Mittelzellenzahl wurde nicht bemerkt. Doch verlagern sich die Zellen mehr lateral, so daß sie dort an der äußersten Peripherie der grauen Substanz ventral von den Seitenhornzellen zu liegen kommen.

In der Lumbalanschwellung ist die Faserung der Mittelzone ziemlich stark entwickelt. Inmitten des ganzen Gebietes der Zwischenzone und der Hinterhornbasis liegen Zellen vom Mittelzelltypus zerstreut; Clarkesche Zellen sind nur spärlich vorhanden (1 bis 2). Am medialen Hinterhornrand liegen spindelige langgestreckte Zellen, die ins Hinterhorn ziehen.

Im Sacralmark herrschen ähnliche Verhältnisse.

Sus scrofa domestica.

Oberes Halsmark. In der Zwischenzone finden sich in dem Zentralanteil 5 bis 6 Clarkesche Zellen durch zirkulär verlaufende Fasern zu einer Gruppe zusammengefaßt, die etwas dorsal, jedoch mehr lateral vom Zentralkanal gelegen ist. Im Bereiche dieser Gruppe und seitlich von ihr liegt eine kleine Anzahl von Zellen von Mittelzelltypus, die jedoch ziemlich groß und von dreieckig bis rundlicher Form sind, an welch letztere dorsal dem lateralen Rande des Hinterhorns angelagert die Zellen des Processus reticularis, respektive des Seitenhorns, sich anschließen. Aber nebst diesen in dieser Zone ganz gewöhnlichen drei Zelltypen finden sich hier nicht besonders gut ausgeprägt jene Zellformen, die man vielleicht am besten vorderhornzellähnliche Elemente nennt (Biach) und außerdem jene bereits des öfteren erwähnten kleinen spindeligen Elementen, die in dem dorso-lateralen Fortsatz der Substancia gelatinosa zentralis liegen.

In der Halsanschwellung verschwinden die Clarkeschen Zellen nahezu gänzlich und machen in der durch Markfasern fein retikulierten Mittelzone lauter Mittelzellen Platz, wobei aber die kleinen spindeligen Zellen erhalten bleiben. Die Seitenhornzellen sind nur undeutlich abzu-

grenzen, ganz im Gegensatz zu den ersten Segmenten des Brustmarks, in denen bereits ein deutliches Seitenhorn in der Ebene des Zentralkanales erscheint und wohl ausschließlich kleine spindelige Elemente enthält.

Es ist nun interessant, das Verhalten dieser Zellen in den nächstfolgenden Segmenten zu beobachten, wo die beiden kleinzelligen Gruppen des medialen Hinterhornrandes medial verschmelzen und wo zwischen ihnen und dem Zentralkanal die Clarkeschen Säulen in Form von Fasernkomplexen erscheinen. Es zeigt sich nämlich die Seitenhornzellgruppe medialwärts zu einem Band ausgezogen, das sich in einen längeren dorsalen und einen kürzeren ventralen Ast teilt, so daß die Clarkesche Säule von ihnen umgriffen wird. Letztere selbst enthält weniger Clarkesche Zellen, als kleine Zellelemente, die den Mittelzellen zumindest sehr ähnlich sind. Erst gegen Ende des Brustmarks treten diese kleinen Zellen, die sich früher auch lateral vom Clarkeschen Komplex fanden, vollkommen zurück und werden von Clarkeschen Zellen und in lateralen Partien teilweise von Seitenhornzellen ersetzt.

Es ist hier auch zu bemerken, daß in oberen Dorsalsegmenten ein oder zwei Clarkesche Zellen im Seitenhorn gesehen wurden; dagegen muß ich mich — da mir bei diesem Tier keine Nissl-Präparate zur Verfügung standen — wegen der Kleinheit der Elemente des Urteils enthalten, ob die mittelzellähnlichen Elemente, die im unteren Dorsalmark zwischen den Seitenhornzellen liegen, wirklich mit den eigentlichen Mittelzellen identisch sind. In der Lumbalanschwellung sind noch spärliche Clarkesche Zellen zu finden, die inmitten der zahlreichen Mittelzellen gelagert sind. Es ist nur auffallend, daß diese Zellen etwas größer als die entsprechenden des Dorsalmarks zu sein scheinen. Das oben beschriebene Band der Seitenhornzellen ist auch im unteren Lumbalmark bemerkt worden. Als konstanter Befund in diesem Rückenmarke erscheint nur die kleinzellige Gruppe am medialen Hinterhornrande, die auch in diesen Höhen schön ausgebildet ist. Im Sacralmark treten neben Mittelzellen, die auch hier größer als die des Dorsalmarks sind, lateral und etwas dorsal vom Zentralkanal 1 bis 2 große Clarkesche Zellen auf.

Bos taurus.

Cervikalmark. In dem ersten Segment des Halsmarks begegnen wir in der Zwischenzone und am Hinterhornrande nur ganz vereinzelten Clarkeschen Zellen; dagegen finden wir verhältnismäßig viel vorderhornzellähnliche Elemente, die in der ganzen Zwischenzone, besonders aber in ihrer lateralen Partie und im Hinterhorn an der Lage der Clarkeschen Säule entsprechender Stelle zerstreut sind (8 bis 9 Zellen). Typische Mittelzellen finden sich neben diesen Elementen in auffallend spärlicher Zahl, aber recht deutlich abgrenzbar, weil auch die ihnen sonst ähnlichen zentralen Vorderhornzellen bei diesem Tier eine besondere Größe erreichen. Zellen vom Seitenhornzelltypus finden sich nicht nur im Processus reticularis, sondern lassen sich in einem sehr weit medialwärts reichenden Bogen bis in den Hinterhornmarkkern verfolgen. Am medialen Hinterhornrande befindet sich eine zirkum-

skripte Gruppe von kleinen spindeligen Zellen. In der Cervikalanschwellung, die schon am dritten Segmente entwickelt ist, befinden sich inmitten eines dichten Fasernetzes viele Mittelzellen. Doch sind auch hier die oben erwähnten Elemente, die vorderhornzellähnlichen und Clarkeschen Zellen, vereinzelt, besonders in der lateralen Partie der Mittelzone, gegen den Processus reticularis, zu finden. Bereits am 1. oder 2. Dorsalsegmente (8. bis 9. Segment) tritt eine deutliche Clarkesche Säule auf, die dorsal und dorso-medial von kleinen spindeligen Zellen und ventral und ventro-lateral von spindeligen Seitenhornzellen umgeben wird und von hier an in stetem Anwachsen begriffen ist. Ventro-lateral legt sich an die Clarkesche Säule eine kleinere Gruppe von Mittelzellen an, der hie und da noch vielleicht versprengte Clarkesche Zellen beigemengt sind. Solche Zellen finden sich teilweise auch am Seitenrand der grauen Substanz, vermengt mit einer Anzahl von vorderhornzellähnlichen Gebilden, die, den Clarkeschen und den Mittelzellen gleichsam ausweichend, durch die Zwischenzone sich bis ins Hinterhorn erstrecken. Dort wo die Clarkesche Säule am meisten entwickelt ist, gibt es anscheinend keine Mittelzellen. Hingegen sind Seitenhornzellen in großer Menge vorhanden, ebenso wie kleine spindelige Zellen in der Umrahmung des Clarkeschen Komplexes.

Im Lumbalmark wird die Clarkesche Säule bis auf 8 Elemente, jederseits von Mittelzellen substituiert, die das ganze Gebiet der Zwischenzone und das ventrale des Hinterhorns einnehmen, aber auch hier im Vergleiche mit anderen Rückenmarken geringer an Zahl erscheinen. Inmitten der Mittelzellen, die ohne Grenze in die Zellen der zentralen Vorderhorngruppe übergehen, finden wir auch wiederum die großen oben beschriebenen Elemente. Manche dieser Zellen erinnern an Clarkesche Zellen.

Im oberen Sacralmark vermindert sich die Zahl der Mittelzellen und sie lokalisieren sich nur in den dorso-lateralen Parteien der Zwischenzone, wo auch einige große vorderhornzellähnliche Elemente zu finden sind. Auch am Zentralkanal ist eine ziemlich große Gruppe (8 bis 10 Zellen) von Zellen zu finden, die rund bis birnförmig sind, einen großen, exzentrisch liegenden Kern führen und ihrer Struktur nach ziemlich an die Clarkeschen Zellen erinnern. Ihrer Größe nach stehen sie zwischen den Clarkeschen und Mittelzellen, welch letzteren einige Gebilde dieses Zellkomplexes ähneln. Diese Gruppe übergeht an einer Seite des Rückenmarksquerschnittes (rechts) in ein Band von großen spindeligen Zellen, die dem Seitenhornzelltypus ähnlich sind. Bemerkenswert ist für das untere Sacralmark, daß die Mittelzellen, welche von den Zellgebieten der Umgebung nur wenig differenzierbar sind, sowohl spärlich auftreten, als auch in ihrer Form sich von den Mittelzellen in anderen Höhen unterscheiden. Sie nähern sich in vielfacher Beziehung der Spindelform, wie wir sie in der zellreichen Rolandoschen Substanz vertreten sehen.

Antilope.

Oberes Cervicalmark. Struktureigentümlichkeiten der Zellen konnten an den vorhandenen Präparaten nicht berücksichtigt werden. Der

äußeren Form und Größe nach sind es gleichartige Zellgebilde, die sich von der zentralen Vorderhornzellgruppe (inklusive) bis dorsalwärts zum Beginn des Hinterhornmarkkerns verfolgen lassen und die lateral von Seitenhornzellen, medial von kleineren spindeligen Zellen gefolgt werden. Sie sind meist dreieckige Zellen und in ihrer Größe zwischen Clarkeschen und Vorderhornzellen stehend. Aber nicht diese Mittelzellen allein setzen jenen Komplex zusammen, sondern es sind ihnen auch Clarkesche Zellen und vorderhornzellähnliche Elemente beigemengt, wobei letztere meist dorsal, erstere ventral, zu liegen kommen. Auch die Cervikalanschwellung läßt innerhalb der Mittelzone keinen dieser Bestandteile vermissen. Nur kann man hier deutlich bemerken, wie der faserreiche Hinterhornmarkkern sich aus den kleinen, spindeligen Zellen und jenen größeren des Seitenhorns, respektive Processus reticularis zusammensetzt, zwei Bestandteilen, die im Halsmark innerhalb der Mittelzone die Mittelzellgruppe zwischen sich fassen.

Im oberen Brustmarke bleiben die oben beschriebenen Verhältnisse unverändert; im mittleren tritt die Clarkesche Faserung deutlich hervor, enthält aber sowohl in ihrem Bereich selbst außer Clarkeschen Zellen, als auch an ihrer ventro-lateralen Peripherie Mittelzellen. Clarkesche Zellen finden sich aber auch an der Basis des Hinterhorns und mitunter im Seitenhorn. Erst im unteren Dorsalmark wird die Clarkesche Säule sehr zellreich und von spindeligen Zellelementen umgeben, welch letztere nur an ihrer medialen und lateralen Seite zu finden sind.

Speziell die medial gelegenen Zellen zeigen ein eigentümliches Verhalten, indem sie in einem ungemein faserreichen, dem von der Clarkeschen Säule eingenommenen ähnlichen Gebiet gelagert sind, das sie von dem medialen Rand der grauen Substanz trennt. Die Mittelzellen werden in dieser Höhe äußerst spärlich. Vielleicht gibt es hier lediglich zentrale Vorderhornzellen.

Die Lumbalanschwellung zeigt analoge Verhältnisse wie die des Halsmarkes, nur sind die vorderhornzellähnlichen Elemente reichlicher vertreten. Im Sacralmarke scheinen keine spindeligen Elemente den Mittelzellen beigemengt zu sein, sondern es treten ausschließlich Mittelzellen auf, wenn auch hie und da vereinzelt ihnen auch Clarkesche Zellen, besonders im oberen Sacralmark, beigemengt sind.

Equus caballus.

In dem oberen Segmente des Halsmarks finden wir ziemlich viele Zellen des Clarkeschen Typus. Schon in folgenden Segmenten treten einige Mittelzellen hinzu, die in dem Maße an Zahl zunehmen, je näher wir der Halsanschwellung kommen. Die Zellen bilden keine begrenzte Gruppe. Sie sind vielmehr zerstreut zwischen den Fasern des Processus reticularis, erstrecken sich aber auch bis zum Zentralkanal und zum medialen Hinterhornrand. Außer den beiden schon erwähnten Zelltypen bemerkt man in der Mittelzone einige spärliche, vorderhornzellähnliche Elemente, von denen manche an der Basis des Hinterhorns zu liegen kommen, wogegen 1 bis 2 Clarkesche Zellen auch an dem lateralen Drittel der Vorderhornbasis bemerkt wurden.

Mit dem Auftreten der Halsanschwellung vermehren sich die Mittelzellen auffallend stark, einerseits ins Hinterhorn hineinragend, anderseits die Basis des Vorderhorns überschreitend. Die Zellen weisen auch hier den gewöhnlichen Mittelzelltypus auf: Polyklon, sternförmig oder dreieckig mit einem zentral gelagerten großen Kern und ringsum in Klumpen gelagerten Tigroiden.

Einzelne rundliche Zellen liegen nahe der Mediallinie; auch sie haben die gleiche Kern- und Tigroidenanordnung. Auch zwischen den Fasern der vorderen Commissur sind mittelzellähnliche Elemente zu finden. Doch scheinen diese Fasern zu den letzterwähnten Zellen in keine Beziehungen zu treten und gegen die medio-dorsale Gruppe des Vorderhorns zu ziehen.

Im oberen Dorsalmark ändern sich die Verhältnisse der Zellen nur insofern, daß bei gleichzeitiger Verminderung der Mittelzellenzahl, an der Übergangsgrenze der hinteren Commissur zum Hinterhorn eine kleine Clarkesche Säule auftritt, die — je kaudaler wir schreiten — an Umfang und Zellen zunimmt. Doch bleibt im oberen und teilweise im mittleren Dorsalmarke noch eine deutlich gesonderte Mittelzellgruppe, die ventral von der Clarkeschen Säule, lateral und etwas ventral vom Zentralkanal und vetro-medial von dem gut ausgebildeten Seitenhorn liegt.

Die beiden Zellgruppen, die Clarkesche und die Mittelzellgruppe sind durch Fasern, die aus den Hintersträngen zu kommen scheinen, umsponnen. Auch lateral von der Clarkeschen Säule finden wir noch eine kleine Gruppe von Mittelzellen. Von hier an wächst die Clarkesche Säule immer an; die Mittelzellgruppe löst sich dagegen auf und dieser Zelltypus wird von nun an nur durch die zerstreut dem Zentralkanal anliegenden Zellen und einige Mittelzellen — die, es sei besonders hervorgehoben — zwischen den Zellen des Seitenhorns liegen, vertreten. Diese Zellen haben eine besondere Ähnlichkeit mit dem Clarkeschen Typus. Es wurden auch einige seltene typische Clarkesche Zellen zwischen den übrigen Zellen des Seitenhorns, und vielleicht auch im Hinterhorn, gefunden.

Ungefähr im 20. Segment verschwinden auch diese zuletzt erwähnten Mittelzellen. Dagegen sind in der Clarkeschen Säule, die inzwischen stark angewachsen und zwischen der Basis und dem medialen Rand des Hinterhorns gelegen ist, auch außer den Clarkeschen Zellen manche vom Mittelzelltypus zu finden. Knapp vor der Lendenanschwellung erreicht die Clarkesche Säule — wie gewöhnlich — die größte Entwicklung, und es ist an ihr außer den Clarkeschen Zellen kein anderer Zelltypus vertreten. Jedoch schon im letzten Segment der Lendenanschwellung treten die Mittelzellen wieder auf und werden sogar in dem Clarkeschen Komplex vorherrschend. In den folgenden Segmenten breiten sich die Zellen auch weiter aus, die Konturen der Säule verwischen sich und die Mittelzellen nehmen den ganzen, von dichtem Fasernetz durchzogenen Anteil der Zwischenzone und das ventrale Gebiet des Hinterhorns ein. Die Mittelzellen dieser Höhe sind etwas größer als die entsprechenden Zellen anderer Höhen. Typische Clarkesche Zellen wurden nicht bemerkt, doch sind am medialen Hinterhornrande einige große langgestreckte Zellen mit etwas exzentrisch liegen-

den Kern zu finden, die eine Ähnlichkeit zu den Clarkeschen Zellen zeigen.

Im Sacralmark sind die Verhältnisse im großen und ganzen die gleichen, wie im Lumbalmark. Als Besonderheit wäre nur das Auftreten von zwei großen typischen Clarkeschen Zellen zu verzeichnen.

Delphinus delphis.

In den oberen Cervikalsegmenten finden sich zwischen den hinteren Commissurenfasern kleine spindelige Zellelemente, die gegen die Basis des Hinterhorns ziehen. Dort liegen inmitten eines feinen kleinen Fasernetzes kleine Zellelemente (Hinterhorn- oder Basalzellen?).

Ventral von diesen, im lateralen Drittel der Linie, die man sich von der Mitte der Commissurendicke zum Seitenhorn gezogen denkt, liegt eine Gruppe von Zellen, die mittlerer Größe, rund, polyklon oder dreieckig sind, einen großen Kern führen und von einem feinen Netz umsponnen, dem Processus reticularis anliegen. Am 7. Halssegment verschiebt sich die oben beschriebene Faserung mehr dorsal zum medialen Hinterhornrande und in ihrer Mitte treten Clarkesche Zellen auf. Im oberen und mittleren Dorsalmark liegen die Clarkeschen Säulen nahe der Mittellinie, wogegen die gut begrenzten Mittelzellgruppen lateral von den Säulen zwischen ihnen und dem gut ausgebildeten Seitenhorn liegen. Im Seitenhorn treten zahlreiche, große, runde Zellen auf, die keinen typischen Seitenhornzelltypus haben und manchmal der Form nach — wenn auch der Größe nach different — doch an Mittelzellen erinnern. Bei ihrer größten Ausbildung vereinigen sich die beiden Clarkeschen Säulen zu einer, die in der Mittellinie liegt.

Doch ist auch hier die Säule verhältnismäßig arm an Zellen. Dagegen wurde auch in dieser Region das vollständige Verschwinden der Mittelzellgruppe, die durch einige Zellelemente vertreten bleibt, nicht konstatiert. Noch vor Beginn der Lumbalschwellung, wo die Konfiguration der grauen Substanz wieder die eigentümliche Form der Halsanschwellung annimmt, verschwindet die Clarkesche Säule und das Gebiet der Zwischenzone und der Hinterhornbasis wird vor einem feinen Fasernetz, in deren Maschen wiederum Mittelzellen liegen, durchzogen. Es ist zu bemerken, daß die Mittelzellenzahl wie auch die der Clarkeschen Zellen im Rückenmarke sehr gering ist, doch wurden Clarkesche Elemente auch außer der Clarkeschen Säule im Hinterhorn bemerkt.

Im Lumbalmark sind an der äußersten Einbuchtung des Hinterhorns ziemlich viele langgestreckte Seitenhornzellen zu sehen. Dieselben Verhältnisse bleiben ohne wesentliche Veränderung in bezug auf Zellen im ganzen Lumbal- und Sacralmarke bestehen.

Dasypus semptemcinctus.

Der Beschreibung des Rückenmarks des Dasypus, die Schacherl in seiner Arbeit über die Clarkesche Säule gibt, habe ich nur weniges beizufügen. Die kleinen Zellen, die die ganze Mittelzone des Vorder-, und

Hinterhorns ausfüllen, sind alle kaum zu differenzieren: nur in der ventrolateralen Zacke des Vorderhorns sind größere Vorderhornzellen zu finden. In verschiedenen Höhen des Rückenmarks, besonders aber im Dorsalmark wurden hie und da in der Zwischenzone vereinzelte, den Clarkeschen Zellen ähnliche an dem Übergang der hinteren Commissur in das Hinterhorn (in das Flechtwerk der Substantia spongiosa des medialen Hinterhornrandes und der grauen Commissur eingebettet) gesehen. Als von Schacherl nicht beschriebene Elemente sollen nur einzelne Vorderhornzell- und seitenhornzellähnliche Elemente in der Zwischenzone, auch eine einer Clarkeschen ähnliche Zelle im Seitenhorn erwähnt werden.

Phascolarctus cinereus.

Im Cervikalmark sieht man in der Zwischenzone genau in der Höhe des Zentralkanales zahlreiche polygonale Zellen, die kleiner sind als die peripher gelagerten Vorderhornzellen. Sie unterscheiden sich aber in ihrer Größe nicht wesentlich von den zentralen Vorderhornzellen. Deutliche Verschiedenheiten zeigen sie gegenüber spindeligen Zellen des medialen Hinterhornrandes, welch letztere in einer der gelatinösen Substanz des Zentralkanales und des Hinterhorns ähnlichen Masse gelagert sind.

Sie zeichnen sich aber vermöge ihrer Polyklonie auch von den ebenfalls teilweise die Mittelzone erfüllenden spindeligen Seitenhornzellen aus, welch letztere beinahe doppelt so lang sind, als die spindeligen Elemente des medialen Hinterhornrandes.

In der Cervikalanschwellung nehmen die Mittelzellen an Zahl zu und weisen in ihrer Mitte ganz vereinzelte Clarkesche Zellen (1 bis 2) auf. Diese Verhältnisse bleiben auch im oberen und mittleren Dorsalmark bestehen. Erst gegen den 6. oder 7. Dorsalis treten die Clarkeschen Elemente deutlicher auf, um beim 10. Dorsalis als gut ausgebildete Säule aufzutreten. Dabei vollzieht sich in der Mittelzellgruppe eine Teilung, indem eine kleine Gruppe dieser Zellen sich lateral von der Clarkeschen Säule am lateralen Drittel der Hinterhornbasis lokalisiert und eine größere gegen das Vorderhorn näher rückt und anscheinend mit der ventralen Vorderhornzellgruppe zusammenfließt. Die Clarkesche Säule ist nur eine kurze Strecke im untersten Dorsalmark entwickelt, wobei die Mittelzellen, wenn auch in verminderter Zahl, erhalten bleiben.

In der Lendenanschwellung verschwinden die Clarkeschen Säulen vollständig. Auch Stillingsche Zellen sind inmitten der die Mittelzone und Hinterhornhals erfüllenden Mittelzellen äußerst selten zu sehen. Dieselben Verhältnisse wie im Lendenmark herrschen auch im Sacralmark.

Literatur.

Argutinsky, Über eine regelmäßige Gliederung in der grauen Substanz des Rückenmarks beim Neugeborenen und über die Mittelzellen. (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXXVIII, 1897.)

Biach, Das Rückenmark der Ungulaten. (Arb. a. d. Wiener neurol. Inst. Festschr. f. Obersteiner. Teil II.)

Bräutigam, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Conus medullaris. (Arb. a. d. Wiener neurol. Inst. 1892.)

Clarke, Researches into the structure of the Spinal Chord. (Philosoph. Transactions of the Royal Society of London. 1851 u. 1859.)

Edinger, Nervöse Zentralorgane. Leipzig 1904.

van Gehuchten, Anatomie du système nerveux. Louvain 1900.

Hatschek, Über das Rückenmark des Delphins. (Arb. a. d. Wiener neurol. Inst. Bd. IV.)

Jacobson, Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks. (Anhang z. d. Abh. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. 1908.)

Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. Bd. II. 1896.

Kotzenberg, Untersuchungen über das Rückenmark des Igels. Wiesbaden 1899.

Marburg, Mikroskopisch-topographischer Atlas des menschlichen Zentralnervensystems. Wien und Leipzig 1904.

Derselbe, Zur Frage des „Anterolateral-Tractes von Gowers." (Monatschrift f. Psychiatrie 1903.)

Müller, Untersuchungen über die Anatomie und Pathologie des untersten Rückenmarkabschnittes. (Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilkunde, Bd. XIV. 1899.)

Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Zentralorgane. 4. Aufl. 1901.

Pirie, The middle cells of the grey matter of the spinal cord. (Proc. R. S. Edinb. Bd. XXVIII. Pt. 8. No. 36.)

Popper, Ein Marsupialier-Rückenmark. (Arb. a. d. Wiener neurol. Inst. Bd. XIII.)

Rothmann, Die sacrolumbale Kleinhirnseitenstrangbahn. Neurol. Centralblatt 1900, S. 16 und S. 66.

Schacherl, Über Clarkes posterior vesicular columns. Arbeiten aus dem Wiener neurolog. Instit. Bd. VIII, S. 314.

Waldeyer, Das Gorilla-Rückenmark. (Abh. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. 1888. Berlin 1889.)

Ziehen, Nervensystem (in Bardeleben's Anatomie. Jena 1899).

Erklärung der Tafeln VI und VII.

In den Konturen der Rückenmarksquerschnitte sind einzelne Mittelzellen und Mittelzellgruppen als rote, Clarkesche Zellen und Säulen als blaue Punkte, respektive Kreise eingezeichnet.

1—6 Mensch.

1 Halsmark, 2 Halsanschwellung, 3 oberes, 4 mittleres, 5 unteres Dorsalmark, 6 Lendenanschwellung.

7—12 Orang.

7 Halsmark, 8 Halsanschwellung, 9 oberes, 10 mittleres, 11 unteres Dorsalmark, 12 Lendenanschwellung.

13–15 Vesperugo, 13 Halsmark, 14 Dorsalmark, 15 Lendenanschwellung.

16—21 Canis familiaris.

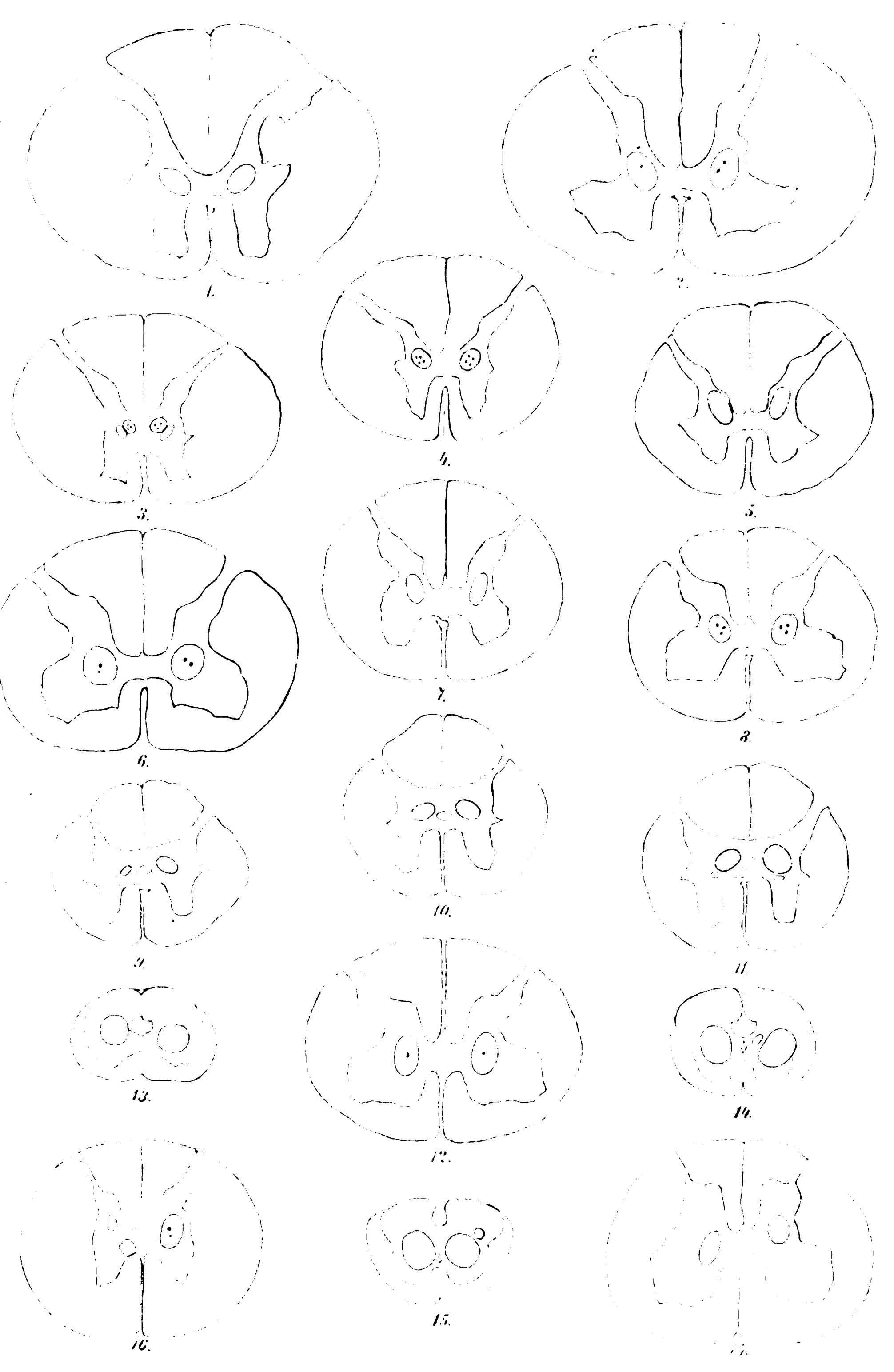
16 Halsmark, 17 Halsanschwellung, 18 oberes, 19 mittleres, 20 unteres Dorsalmark, 21 Lendenanschwellung.

22—27 Sus scrofa domestica.

22 Halsmark, 23 Halsanschwellung, 24 oberes, 25 mittleres, 26 unteres Dorsalmark, 27 Lendenanschwellung.

28—33 Phascolarctus.

28 Halsmark, 29 Halsanschwellung, 30 oberes, 31 mittleres, 32 unteres Dorsalmark, 33 Lendenanschwellung.



Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.

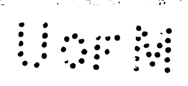
18. 19. 20.

22. 21.

25. 24. 26. 28. 27.

31. 30.

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



Beitrag zur Kenntnis des Riechhirns der Säugetiere.

Von

Dr. Rudolf Hatschek.

(Mit 8 Abbildungen im Text.)

Der Morphologie des Lobus piriformis der Säugetiere hat bekanntlich Gustav Retzius[1]) eine eingehende vergleichend anatomische Bearbeitung gewidmet, wobei er zur Annahme einiger konstanter, in der ganzen Säugerreihe nachweisbarer Furchen und Windungen gelangte, die er, wenn auch in rudimentärer Anlage, bis zum Menschen verfolgen konnte. Die wichtige Arbeit, auf deren Resultate wir später noch zu sprechen kommen werden, beschränkte sich jedoch auf die Betrachtung der äußeren Form des Lobus piriformis, ohne auf die innere Struktur desselben einzugehen. Indes gibt das Studium des inneren Aufbaues des Lobus piriformis Anlaß zu interessanten Beobachtungen, die beim Studium der äußeren Morphologie entgehen. Ein besonders geeignetes Objekt für die Kenntnis dieser Verhältnisse bietet das Gehirn eines Bären (Nasua), das wir zum Ausgangspunkte unserer Beschreibung machen wollen.

Durchmustern wir auf Frontalschnitten das Rhinencephalon[2]) dieses Tieres in einer Gegend, in welcher man von dem Lobus ol-

---

[1]) G. Retzius: „Zur äußeren Morphologie des Riechhirns der Säugetiere und des Menschen". Biologische Untersuchungen. Neue Folge. Bd. VIII. Stockholm 1898.

[2]) Als Rhinencephalon bezeichnen wir im Sinne Ziehens (Morphogenie des Zentralnervensystems der Säugetiere, S. 285 in Hertwigs Handbuch der Entwicklungslehre) jene Hirnteile, „welche basal von der Fissura rhinalis lateralis (= ectorhinalis) liegen; die vorderen Teile bildet der Lobus olfactorius, während für den hinteren Teil die Bezeichnung Lobus piriformis beibehalten wurde".

factorius den proximalen Beginn des Lobus piriformis sondern kann, also etwas oral von dem Chiasmaquerschnitt, so fällt uns zunächst auf, daß der Kontur des Rhinencephalons mehrfache Buchtungen zeigt und so eine Oberflächenvergrößerung bedingt. Der weiße Markbelag der lateralen Tractuswurzel bekleidet auch hier nur die ventrale Lippe der Fissura rhinalis lateralis, während die dorsale davon frei ist.

Außerdem erblickt man ventral vom Rhinencephalon liegend einen isolierten runden Querschnitt grauer Substanz von einem Saum markhaltiger Nervenfasern umgeben. Die Fasern sind im Schiefschnitt getroffen und haben eine fast dorso-ventrale Verlaufsrichtung. Wenige Schnitte weiter distal beginnt die Verschmelzung des erwähnten Querschnittfeldes mit dem Rhinencephalon, die sich dadurch einleitet, daß der Marksaum des lateralen Randes mit der den Lobus piriformis bekleidenden Riechstrahlung zusammenfließt. Im Zentrum dieses mit dem Lobus piriformis nunmehr schon zusammenhängenden Lappens sieht man dicht gedrängte Ganglienzellen, teils von größeren, spindelförmigen, teils von rundlichen, kleineren Formen. Zwischen den Zellen und dem weißen Marksaum sieht man zahlreiche zerstreute tangential verlaufende Markfaserchen verlaufen. Sehr bald aber ordnen sich die gedrängt im Zentrum liegenden Zellen zu einem dem Lappenrande parallel verlaufenden Ring an und zeigen etwas weiter distal in einer Gegend, wo auch der mediale Marksaum des isolierten Lappens sich an die ventrale Peripherie des Rhinencephalons anlegt, vollständig in ihrer Anordnung den Charakter der Rinde des benachbarten Lobus piriformis. Bei weiterer Verfolgung distalwärts sehen wir zunächst lateral eine völlige Verschmelzung der grauen Substanz des Lappens mit der grauen Substanz des Lobus piriformis, während sich der Markstreifen in das Innere des Lobus piriformis zurückzieht. Dasselbe geschieht ungefähr in der Gegend des Chiasma opticum auch auf der medialen Seite. Der ventrale Rand des Lobus piriformis, der hier den früher isolierten Lappen in sich aufgenommen hat, erscheint ventralwärts stark ausgebaucht und zeigt welligen Verlauf in seinem Kontur. Der Markstreifen, der früher den Grenzsaum bildete, ist vollständig in die Tiefe gerückt und ist in zwei Lippen geteilt, zwischen denen einige Gefäßquerschnitte liegen. Der Markring ist umgeben von

Rindenformation, und zwar so, daß zunächst rund um denselben die Zonalschicht liegt, auf die dann die Zellenschichten folgen, die an der lateralen Seite enge an die Rindenzellen der Peripherie des Lobus piriformis heranreichen. Auf letztere folgt dann wieder die zonale Schicht und dann der äußere Markbelag der Riechwurzel (Fig. 1). Weiter distal fortschreitend können wir verfolgen, wie der zentrale Markring immer mehr abnimmt und schließlich schwindet, während die ihn umgebende graue Windung sich noch ein Stück weiter distal verfolgen läßt. Aus der Gegend dieser grauen Insel und aus rundlichen Anhäufungen grauer Substanz, die dorso-medial von ihr liegen, scheinen sich

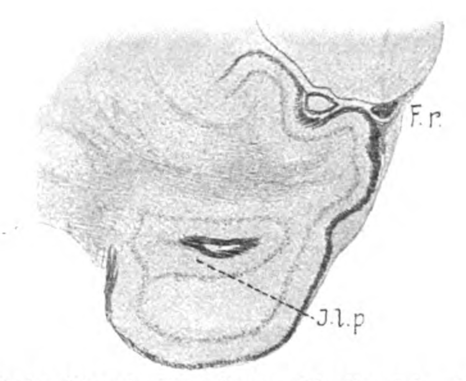


Fig. 1. Frontalschnitt (Nasua). *F. r.* Fissura rhinalis; *I. l. p.* Insula lobi piriformis.

Fasern in das Gebiet der Capsula externa zu begeben, während von mehr dorsal gelegenen Partien des Lobus piriformis Fasern in den darüber anschließenden Schläfenlappen ziehen. Auf der anderen Hälfte desselben Nasuahirns spielt sich diese Inselbildung des Lobus piriformis in etwas anderer Weise ab. Auch hier bemerkt man zunächst Einkerbungen in der Peripherie des Lobus piriformis an seinem proximalen Ende; diese Gliederung und Lappenbildung ist sogar eine stärkere als auf der zuerst beschriebenen Gegenseite, dann tritt auch hier ventral und zunächst isoliert vom eigentlichen Lobus piriformis der charakteristische, runde Querschnitt grauer Substanz, umgeben von dem Marksaum der Riechstrahlung, auf. Demselben gegenüber kommt es zu einer ventral gerichteten zitzenförmigen Vorbuchtung des Lobus piri-

formis (Fig. 2). Es tritt dann hier zuerst an der medialen Seite eine Verschmelzung des isolierten Lappenquerschnittes mit dem Lobus ein, erst später kommt es auch am lateralen Rande zur Vereinigung, wodurch die erwähnte zitzenförmige Vorbuchtung in die Tiefe gedrückt wird. Im Zentrum des isolierten Lappens sowohl, wie im Innern der zitzenförmigen Vorbuchtung des Lobus liegen proximal dichtgedrängte Ganglienzellen, die allmählich zur Rindenformation sich umlagern. Fig. 3 zeigt die Rindenbildung bereits in der Gegend, in welcher es zur völligen Anlagerung des isolierten Lappens gekommen ist. Weiter distal kommt es zur völligen Verschmelzung der grauen Substanz auf

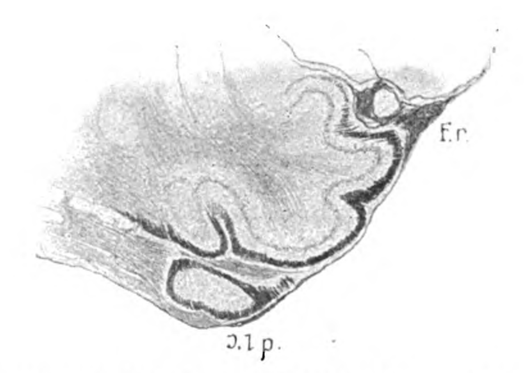


Fig. 2. Frontalschnitt (Nasua). *F. r.* Fissura rhinalis; *I. l. p.* Insula lobi piriformis.

beiden Seiten des früher isolierten Lappens, der damit völlig in den Lobus piriformis aufgenommen erscheint, dadurch entsteht abermals eine Inselbildung in der Tiefe des Lobus piriformis, die aber zum Unterschiede von der anderen Seite, in der es bloß zur Bildung einer Windung kam, hier aus zwei Windungen besteht (Fig. 4). Der weitere Verlauf entspricht den oben geschilderten Verhältnissen. Der Markstreifen verschwindet früher, während die graue Insel weit distal zu verfolgen ist.

Die beschriebene eigentümliche Inselbildung im Lobus piriformis läßt sich ganz allgemein bei den Carnivoren nachweisen, wenngleich sie nirgends so stark ausgeprägt zu sein scheint, als bei Nasua, einem Vertreter der Bären; sie ist aber auch bei Hund, Katze, Marder, Ichneumon, Fischotter vorhanden.

Auch die Ungulaten partizipieren zum Teil an diesem Gebilde. Beim Rind ist in ganz ähnlicher Weise die in der Tiefe liegende Inselwindung vorhanden, während beim Pferd und Schwein an der charakteristischen Stelle es bloß zu einer tiefen Einbuchtung kommt. Charakteristisch ist die Variabilität der Bildung selbst dort, wo sie in ausgeprägter Weise vorhanden ist. Es wurde bereits

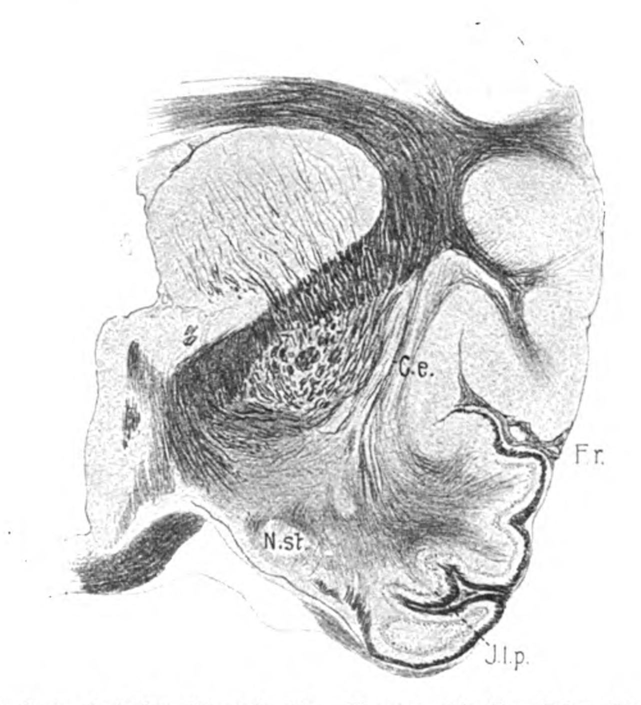


Fig. 3. Frontalschnitt (Nasua). *F. r.* Fissura rhinalis; *I. l. p.* Insula lobi piriformis; *C. e.* Capsula externa; *N. st.* Nucleus striae semicircularis.

erwähnt, daß in dem Nasuagehirn die Insel auf der einen Seite nur aus einer, auf der anderen aus zwei Windungen bestand. In einem Hundegehirn fanden wir wiederum Inselbildung auf einer Hirnhälfte, auf der anderen Seite war es nur zur Bildung zweier tief einschneidender Lappen gekommen, die keine eigentliche Inselbildung darstellten. Dieses Merkmal der starken Variation weist auch mit darauf hin, daß wir es wohl mit einer phylogenetisch jüngeren Formation zu tun haben.

Recht gut lassen sich die geschilderten Verhältnisse auch an Horizontalschnitten überblicken. Fig. 5, ein ziemlich ventral gelegener Horizontalschnitt durch ein Hundegehirn aus einer Gegend, in welcher die Tractus opticus nicht mehr weit von ihrer Vereinigung zum Chiasma entfernt sind, in welcher aber der Lobus piriformis noch nicht abgesetzt ist vom Lobus olfactorius anterior, zeigt, wie ein sehr starkes Bündel der äußeren Riechstrahlung in die Tiefe an jener Stelle zieht, die sich weiter ventral zum oralen Pol des Lobus piriformis herausbildet. Dieses starke Faserbündel dringt, ohne sich zu verzweigen, tief



Fig. 4. Frontalschnitt (Nasua). *F. r.* Fissura rhinalis: *I. l. p.* Insula lobi piriformis.

in den Lobus hinein, dann fasert es sich plötzlich nach mehreren Richtungen rasch auf und seine nur kurzen Endfasern umgeben eine Gruppe von Ganglienzellen, die teils im Innern liegen und vollständig den von Kölliker, Ganser, Calleja u. a. beschriebenen Riechinseln des Tuberculum olfactorium gleichen, teils sich in die Rindenformation des Lobus piriformis verfolgen lassen. Tiefere, mehr ventral gelegene Horizontalschnitte lassen deutlich die Inselbildung am proximalen Pol des jetzt bereits formierten Lobus piriformis erkennen (Fig. 6). Der in der Mitte der Insel liegende Markstreif konfluiert, wenn man weiter ventralwärts fortschreitet, allmählich mit einem vom peripheren Rande aus eintretenden Faserzug der äußeren Riechstrahlung.

Hierdurch kommt es zur Bildung eines sich an der vorderen Peripherie des Lobus piriformis abschnürenden Lappens, der mit seinem lateralen Markrand noch mit dem übrigen Lobus piriformis in kontinuierlichem Zusammenhang steht und eine medialwärts gerichtete Zunge bildet, die überall von einem Marksaum umgeben ist und im Innern von Ganglienzellenhaufen dicht erfüllt ist, die sich durch Umformung der Rindenformation entwickelt haben, welche in den früheren, etwas mehr dorsal gelegenen Schnittebenen als solche konform der benachbarten Rindenformation des Lobus piriformis zu erkennen war (Fig. 7).

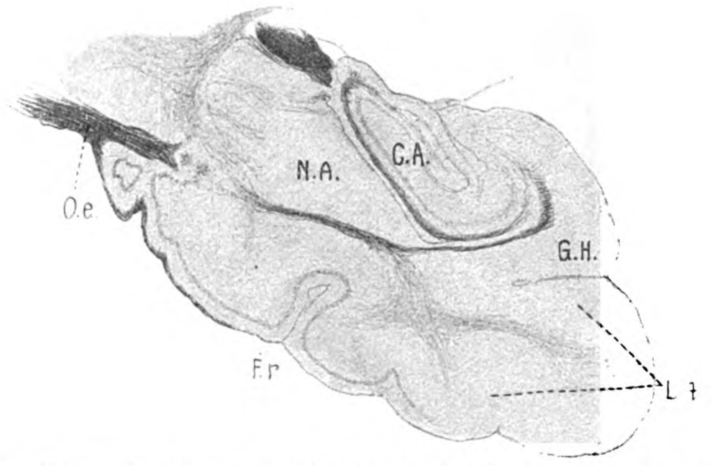


Fig. 5. Horizontalschnitt (Canis). *F. r.* Fissura rhinalis; *O. e.* Rad. olfact. ext.; *C. A.* Cornu ammonis; *N. A.* Nucleus amygdalae; *G. H.* Gyrus hippocampi; *L. t.* Lobus temporalis.

Wenn wir die eben besprochenen Horizontalschnitte des Hundegehirns mit solchen eines niedrigeren Säugetiertypus vergleichen, so ergeben sich für den Bau des Lobus piriformis noch weitere bemerkenswerte Beziehungen. Es wurde bereits erwähnt, daß die beschriebene Inselbildung bei den Carnivoren und einzelnen Ungulaten anzutreffen ist; bei den niederen Säugern, den Marsupialiern, Edentaten, Chiropteren, Insectivoren, Rodentiern, vermißt man das Gebilde jedoch durchaus. Es stellt sich dabei heraus, daß der Lobus piriformis gerade bei diesen letzteren Säugetierordnungen in seinen vorderen Anteilen weniger entwickelt ist, während sich diese Tiere durch besonders ent-

wickelte Ammonsformation auszeichnen. Vergleichen wir Fig. 6 mit Fig. 8, so wird dies ohne weiteres klar. Fig. 8 stellt einen Horizontalschnitt durch ein Dasypusgehirn dar. Daß die beiden Schnitte aus vergleichbaren Höhen stammen, zeigt der Kern Nucleus striae semicircularis, der medial und proximal liegt. Dieser Kern, der nur eine geringe Höhenausdehnung hat, entspricht dem Nucleus tractus olfactorii von Ganser. Ziehen[1]) bezeichnet ihn als Tuberculum rhinencephali. Außer Ramon y

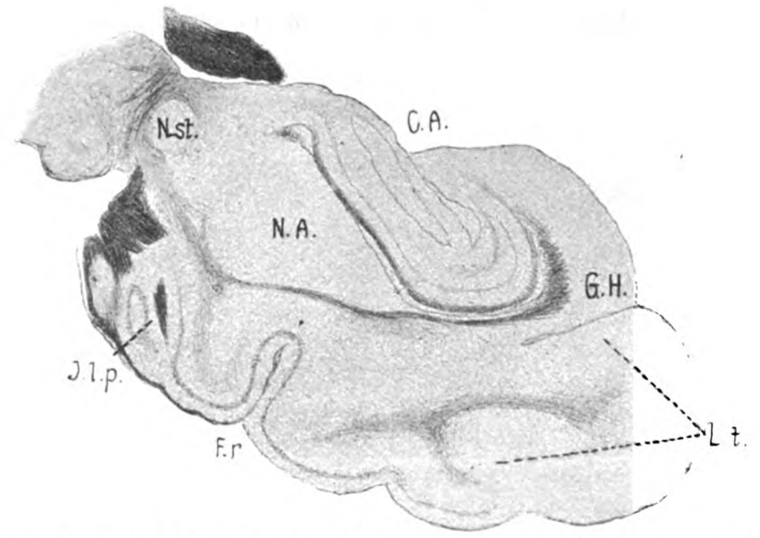


Fig. 6. Horizontalschnitt (Canis.). *F. r.* Fissura rhinalis; *C. A.* Cornu ammonis; *N. A.* Nucleus amygdalae; *G. H.* Gyrus hippocampi; *L. t.* Lobus temporalis; *N. st.* Nucleus striae semicircularis; *I. l. p.* Insula lobus piriformis.

Cajal verdanken wir namentlich Löwenthal[2]) eine eingehende Beschreibung desselben (beim Igel), der ihn als Sphenoidalkern der Taenia semicircularis bezeichnet. Die zweifellos zutreffende

[1]) Ziehen: Das Zentralnervensystem der Monotremen und Marsupialier, Bd. I, S. 157.

[2]) Löwenthal: Beitrag zur Kenntnis der Beziehungen der Taenia semicircularis. Morpholog. Jahrbücher, Bd. XXX, S. 32.

Völsch, der den Kern in seiner Arbeit „Zur vergleichenden Anatomie des Mandelkerns und seiner Nachbargebilde" beschreibt (Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 68) scheint diese Arbeit Löwenthals unbekannt geblieben zu sein.

Beziehung des Kerns zur Stria semicircularis läßt sich durchwegs, besonders klar gerade bei Dasypus nachweisen.

Fig. 8 enthält noch keine Anteile des Neopalliums, das ja bei Dasypus noch nicht so tief herabrückt, während wir in Fig. 6 beim Hunde einen Anteil des Schläfelappens lateral vom Gyrus hippocampi, distal von der Fissura rhinalis vorfinden. Abstrahieren wir von dem letzteren, so sehen wir die Ammonsformation und den Gyrus hippocampi erheblich an Ausdehnung

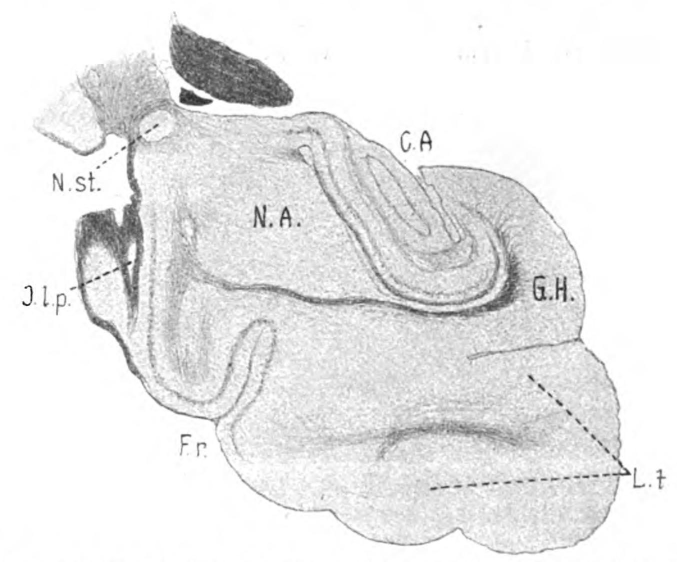


Fig. 7. Horizontalschnitt (Canis). *F. r.* Fissura rhinalis; *C. A.* Cornu ammonis; *N. A.* Nucleus amygdalae; *G. H.* Gyrus hippocampi; *L. t.* Lobus temporalis; *N. st.* Nucleus striae semicircularis; *I. l. p.* Insula lobi piriformis.

hinter den gleichen Gebilden des Gürteltieres zurückbleiben, während wir dafür beim Hunde eine stärkere Entwicklung des vorderen Anteiles des Lobus piriformis feststellen können. Dieser Antagonismus zwischen der Ammonsformation, beziehungsweise dem Gyrus hippocampi einerseits, dem vorderen Anteil des Lobus piriformis anderseits entzieht sich der Beurteilung, wenn man lediglich von der Betrachtung der äußeren Morphologie ausgeht. Dies lehren schon die beiden vorliegenden Horizontalschnitte, die nur auf der Schnittfläche die verschiedenen Anteile sondern lassen. G. Retzius, dessen Arbeit

wir bereits erwähnt haben, hat bei allen Säugern drei konstante Gyri am Lobus piriformis unterschieden: Den Gyrus intermedius, Gyrus lunaris und Gyrus ambiens, ist aber in den meisten Fällen nicht imstande gewesen, den Gyrus ambiens von dem Gyrus sagittalis lobi hippocampi zu sondern. Von diesen von Retzius beschriebenen Gyris entspricht der Gyrus intermedius (Tuberculum rhinencephali Ziehens) jenem Kern der Stria semicircularis, den wir bereits erwähnt haben. Er ist bei Dasypus, ebenso wie bei Erinaceus, ganz besonders mächtig und man sieht am Frontalschnitt deutlich die knopfförmige, durch diesen Striakern hervorgerufene Vorwölbung.

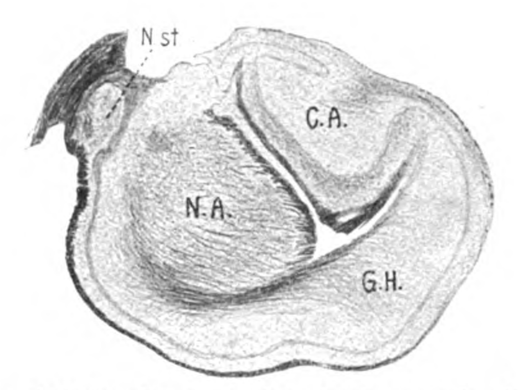


Fig. 8. Horizontalschnitt (Dasypus). *C. A.* Cornu ammonis; *N. A.* Nucleus amygdalae; *G. H.* Gyrus hippocampi; *N. st.* Nucleus striae semicircularis.

Von Flatau-Jacobsohn[1]) wird er als Eminentia olfactoria posterior bezeichnet, doch haben wir schon erwähnt, daß dieser Kern nicht mehr im ursprünglichen Sinne Gansers als direkter Olfactoriuskern zu bezeichnen, sondern vermöge des sicheren Ursprunges der Taenia semicircularis besser als Kern der Stria semicircularis zu benennen wäre. Den Gyrus lunaris (beim Menschen verkümmert als Semilunaris vorhanden) hält Elliot Smith[2]) für nichts anderes, als den an die Oberfläche tretenden Teil des Nucleus amygdalae. Die von uns beschriebene Insel-

[1]) Flatau-Jacobsohn: Handbuch der vergleichenden Anatomie I. Tafel VII, Fig. 7.

[2]) G. Elliot Smith, On the socalled Gyrus hippocampi. Journal of Anatomy and Physiology. Bd. XXXVII, S. 324.

bildung entspricht der Tiefe des proximalen Anteiles des Gyrus ambiens von Retzius und ist natürlich von außen nicht erkennbar. Immerhin müßten aber die operculumartig angeordneten, proximal vorgeschobenen und proximal an die Oberfläche gelangten Lappenanteile auch äußerlich angedeutet sein, ebenso die reichere Gliederung und Lappung der Peripherie des Lobus piriformis bei den Carnivoren. Tatsächlich zeigen doch die Abbildungen von Retzius dafür Andeutungen und namentlich die Bärengehirne sind hier mehrfach quer gefurcht, was Retzius auch im Texte ausdrücklich hervorhebt. Während Retzius zwischen seinem Gyrus lunaris und ambiens eine konstante Grenzfurche, den Sulcus semiamularis findet, läßt er den Gyrus ambiens lateral ohne Grenze in den übrigen Lobus hippocampi übergehen. Wo, wie beim Igel, die Ammonsformation besonders stark entwickelt ist, kommt es an der medialen Seite des Lobus piriformis zum Hervorragen eines halbmondförmigen, vom Gyrus lunaris abgesetzten Vorsprunges, welcher dem Vorderende des Gyrus dentatus entspricht. Den Carnivoren fehlt diese Bildung natürlich. Im übrigen läßt das äußere Relief des Lobis piriformis im allgemeinen keinen Rückschluß zu, wie viel von demselben auf den hinteren ammonischen, wie viel auf den vorderen Anteil entfällt, so daß, wie schon erwähnt, die rein äußere morphologische Betrachtung das gegensätzliche Verhalten dieser beiden Teile bei verschiedenen Säugetierklassen nicht aufdeckt.

Dort wo äußerlich bei einzelnen Marsupialiern der Gyrus ambiens vom Gyrus sagitt. lobi hippocampi teilweise abzugrenzen ist, wie bei Myrmekophaga und Macropus, gibt Retzius ausdrücklich an, daß der Gyrus ambiens kleiner ist, als der Gyrus hippocampi. Beim Schwein hingegen, bei dem auch eine gewisse äußerliche Abgrenzung möglich ist, überwiegt der Gyrus ambiens an Größe über den Gyrus hippocampi und dabei gehört das Schwein, wie wir hervorgehoben haben, zwar zu den Tieren, bei welchen die oben beschriebene Bildung zwar angedeutet, aber keineswegs so hoch entwickelt ist, wie bei manchen Carnivoren.

Es ist merkwürdig, daß das gegensätzliche Verhalten von Ammonsformation und vorderem Anteil des Lobus piriformis (Lobus piriformis sensu strictiori) bisher anscheinend nirgends betont wurde, wiewohl es in die Augen springend ist. Ein Blick

z. B. auf die Medialansichten des Ornithorhynchus und Hundegehirns im Lehrbuch von Edinger[1]) zeigt diese Verhältnisse schlagend, die aber von Edinger im Texte nicht näher gewürdigt werden.

Bemerkenswert erscheinen von den Retziusschen Funden noch die innigen Beziehungen, die gerade bei den Bären zwischen Lobus piriformis und Temporallappen bestehen. Die Fissura rhinalis ist hier unterbrochen und der Lobus piriformis hängt durch eine breite Brückenwindung mit dem Temporallappen zusammen. Auch wir konnten gerade beim Carnivorengehirn auf die relativ beträchtliche Masse von Associationsfasern hinweisen, die aus den dorsalen proximalen Teilen des Lobus piriformis sich zum Temporallappen begeben.

Wir haben noch die Frage zu erledigen, wie sich die erwähnte Inselformation bei den höheren, beziehungsweise den mikrosmatischen Säugetieren verhält. Wie vorauszusehen, haben wir sie hier, wo ja das ganze Olfactoriusgebiet in Rückbildung begriffen ist, vollständig vermißt. Schon bei Lemur ist dieselbe nicht mehr nachweisbar. Ebenso fehlt sie bei Affen und Mensch und desgleichen bei Phoca und beim Delphin.

Wenn wir die gewonnenen Resultate überblicken, so können wir wohl aussagen, daß sich im Riechhirn, und zwar im vorderen Anteil des Lobus piriformis bei den Carnivoren und zum Teil bei den Ungulaten eine phylogenetisch jüngere Formation ausbildet und daß, während es hier zu einer relativen Vergrößerung der Riechrinde an der Oberfläche und den Inselwindungen im Lobus piriformis kommt, Hand in Hand damit eine Reduktion der Ammonsformation einhergeht, die zu den ältesten Erwerbungen des Vorderhirns gehört und deren Beziehung zum Geruchsinn — besonders seit den Untersuchungen von Zuckerkandl — allgemein angenommen sind. Wir wissen aus den geistreichen Erörterungen Monakows, daß auf anderen Sinnesgebieten die Ablösung phylogenetisch älterer Anlagen durch jüngere erfolgt und möchten auch unsere Befunde hierzu in Parallele stellen. Bemerkenswert ist es, daß es ein Teil des Archipalliums nach Elliot Smiths Nomenclatur ist, in dem diese Umbildung vor

---

[1]) Edinger: Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane. Bd. I, 7. Auflage, 1904, S. 294.

sich geht. Aber trotzdem beweist die Tatsache, daß die Bildung den niedriger stehenden Säugern völlig fehlt und daß sie dort, wo sie auftritt, mit starken Variationen einhergeht, daß es sich um eine recentere Anlage handelt. Durch ihre Lage und ihre reichere associative Verknüpfung mit dem benachbarten Neopallium, namentlich dem Schläfelappen, wäre sie vielleicht berufen, eine höherwertige Anlage im Riechhirn einzuleiten gegenüber der Ammonsformation, die zwar durch mannigfache komplizierte Verbindungen an Zwischen- und Mittelhirn etc. geknüpft ist, aber doch nur durch Cingulumanteile in weniger direkter Weise associativ mit dem Neopallium zusammenhängt.

Allerdings kommt es bei den Primaten und schon bei deren Vorstufen wieder zur Rückbildung der phylogenetisch jüngeren Anlage, oder vielmehr es bleibt letztere auf ihren Anfangsstadien stehen, weil eine Reduktion des Olfactoriusgebietes in toto eintritt.

Wir brauchen kaum zu erwähnen, daß unsere Funde nichts mit Edingers[1]) Oralsinn zu tun haben dürften, denn Edinger verlegt letzteren in mehr medial gelegene Gebilde, nämlich in das Tuberculum olfactorium, während die Lage im Lobus piriformis und die Verbindung mit der lateralen Riechstrahlung die „Inselbildung" als zum olfactorischen Apparat sensu strictiori gehörig erscheinen lassen. Interessant ist es — worauf mich Herr Hofrat Obersteiner aufmerksam machte — daß die älteren Physiologen zwei funktionell verschiedene Olfactoriusgebiete unterschieden, das vordere durch den Bulbus und das Tuberculum olfactorium repräsentierte, das dem Geruchsinn, soweit er zur Nahrungsaufnahme dient, zugehören und das hintere, dem Lobus piriformis entsprechende, das die Witterung des Feindes vermitteln und der individuellen Erhaltung dienen sollte[2]). Auch diese alte Mitteilung hat nichts mit unseren Befunden gemein. Sie dürfte aber eine gewisse Antizipation des Edingerschen Oralsinnes sein, da sie wahrscheinlich auf Differenzen in der Größe des Tuberculum olfactorium beruht.

Vielleicht könnten die geschilderten Befunde mit zur Klärung mancher strittiger Fragen der experimentellen Physio-

[1]) Edinger: Vorlesungen. Bd. II, 1908, S. 261 u. a. St.

[2]) Lussana u. Lemoigne: Fisiologia dei centri nervosi encefalici. Padova 1871. S. 115.

logie dienen. Die Angaben der Experimentatoren über das Geruchszentrum divergieren mehrfach. Ossipow[1]), der unter H. Munk in sehr gründlicher Weise die Frage experimentell beim Hunde studierte, widerspricht vielfach den Resultaten von Luciani und Ferrier und kommt zu dem Schluß, daß die Ammonshörner nicht in bedeutender Weise an der Geruchsperzeption beteiligt sein können. Aus seiner Versuchsmethodik geht hervor, daß als Hirnteile, die für die Localisation der Geruchsempfindung in Betracht kämen, der vordere Teil des Lobus piriformis, auf dessen Bedeutung wir hinwiesen, intakt blieb, freilich auch ein Teil des Gyrus hippocampi. Auch für die Verhältnisse beim Menschen herrscht noch keine völlige Klarheit. Hier gaben Untersuchungen an Epileptikern Anlaß zur Prüfung der Beziehungen der Ammonshörner[2]) und es fand sich oft hochgradige Sclerose des Ammonshorns, mitunter beider Ammonshörner, ohne jede Geruchsstörung. Anderseits liegen — selbst abgesehen von den Befunden von Tumoren — Fälle vor, wo kleine Erweichungen im Uncus Geruchsstörungen als Reizerscheinung auslösten[3]).

Auf die Erörterung dieser Fragen, für die noch andere Gesichtspunkte in Betracht kommen, soll jedoch hier nicht näher eingegangen werden. Aber auch die rein anatomische Tatsache bietet ein gewisses Interesse. Das Steinersche Gesetz der Wanderung der Funktion nach dem Vorderende ist auf den Olfactorius wegen seiner proximalen Lage nicht gut anwendbar. Und doch scheint es, als ob nach unseren Befunden dieses Gesetz bis zu einem gewissen Grade auch auf das Olfactoriusgebiet Anwendung finden könnte.

Herrn Hofrat Obersteiner, dessen reichhaltige Sammlungen das ganze Material zu den vorliegenden Untersuchungen lieferten, erlaube ich mir, auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

---

[1]) Ossipow: Archiv für Anatomie und Physiologie. 1900. Supplementband.

[2]) Vgl. hierüber Bratz: Archiv für Psychiatrie, Bd. XXXI, S. 833.

[3]) Jackson-Colman. Brain 1898. S. 580.

Zur Entwicklung des Balkens.

Von

E. Zuckerkandl.

(Mit 28 Abbildungen im Text.)

Unter den Fragen, welche bei der Entwicklung des Balkens in Betracht kommen, steht die, ob seinem Auftreten eine Verwachsung der medialen Hemisphärenwände vorausgehe oder nicht, oben an. V. v. Mihalkowicz[1]), W. His[2]) und ich[3]) sind für eine solche Verwachsung eingetreten, andere verwerfen dieselbe und nehmen an, daß die Balkenfasern in die Schlußplatte einwachsen; K. Goldstein[4]) bestreitet überhaupt die Verwachsung von ursprünglich getrennten Gehirnteilen. Ich habe meine Ansicht auf Grundlage von Untersuchungen an embryonalen Gehirnen der Ratte gewonnen und als einfaches Beispiel von Verwachsung symmetrischer Gehirnabschnitte auf die der beiden Sehhügel, entsprechend der späteren Massa intermedia (Commissura mollis), hingewiesen. Es wurde auch erwähnt, daß die bei der Etablierung der Commissurenbündel sich abspielenden Prozesse eine Ähnlichkeit mit jenen Vorgängen besitzen, die W. His[5]) für die embryonale Markbildung der

[1]) Die Entwicklung des Gehirnbalkens etc. Centralbl. d. mediz. Wissensch. 1876, Nr. 19; ferner Entwicklungsgesch. des Gehirns. Leipzig 1877.

[2]) Die Entwicklung d. menschl. Gehirns. Leipzig 1877.

[3]) Zur Entwicklung d. Balkens etc., Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. CX, Wien 1901; ferner Centralbl. f. Physiol. 1899—1900.

[4]) Beitr. z. Entwicklungsgesch. d. menschl. Gehirns. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1903; ferner Anat. Anz. 1904, Nr. 22.

[5]) Die Neuroblasten u. d. Entwicklung im embryon. Marke. Arch. f. Anat. u. Physiol., 1889.

Medulla spinalis beschrieben hat, und die dadurch charakterisiert sind, daß die Spongioblasten mit ihren netzförmig verzweigten Fortsätzen ein Gerüst bilden, welches dem Auftreten von Faserzügen an der betreffenden Stelle vorauseilt. „Als vorbereitende Prozesse der Verwachsungen machen sich an der Rinde der medialen Hemisphärenwand Veränderungen bemerkbar, die sich dadurch charakterisieren, daß streckenweise zellige Elemente der Rinde (Spongioblasten) zu leisten-, beziehungsweise wulstartigen Vorsprüngen anwachsen, welche, nachdem das zwischen ihnen befindliche Stück der Sichel zugrunde gegangen ist, untereinander verwachsen . . . Stets sind die primären Verbindungen zwischen den Großhirnhemisphären aus Zellen aufgebaut. An keiner Stelle konnte beobachtet werden, daß die symmetrischen Fasersystemhälften der Hemisphären direkt miteinander verwachsen wären; immer wachsen diese in vorher entstandene Zellbrücken hinein[1])". Dies sei besonders erwähnt, da J. W. Langelaars in einer Schrift[2]), welche die Art, wie der Balken des menschlichen Gehirns entsteht, auch nicht löst, mir zumutet, behauptet zu haben, daß die Balkenfasern die Sichel durchwachsen. Daß da, wo es zur Verwachsung vorher getrennter Teile kommt, wie z. B. bei der Bildung des Balkens, zunächst das Markgerüst die Verbindung vermittelt, und erst nachträglich das Einwachsen von Fasern erfolgt, hat auch W. His in der Schrift aus dem Jahre 1904 ausdrücklich hervorgehoben. Allerdings vermißt man ungern eine naturgetreue Abbildung, welche dieses Verhalten illustrieren würde.

In bezug auf das Verhalten der Sichel wurde folgendes bemerkt: „Sie muß selbstverständlich da, wo sich Verwachsungen zwischen ihren medialen Hemisphärenwänden ausbilden, schwinden; hierbei handelt es sich aber nicht etwa um ein Durchwachsenwerden der intakten, sich den Veränderungen der medialen Hemisphärenwände gegenüber passiv verhaltenden Sichel; es handelt sich vielmehr um eine der Wandverdickung und Verwachsung parallel laufende Atrophie, hinsichtlich der ich nicht bestimmen kann, inwieweit dabei ein von den Vorsprüngen ausgeübter Druck in Betracht kommt. Vor dem Auf-

[1]) Sitzungsber. d. kais. Akad., Bd. CX, Wien 1901.

[2]) On the Developm. of the large Commissures of the Telencephalon in the human Brain. Brain. Vol. 31. 1908.

treten von Verwachsungen ist die gefäßhaltige Sichel breit und reichlich mit Zellen versehen, deren Fortsätze untereinander zusammenhängend ein relativ weitmaschiges Netzwerk bilden. An den Stellen, wo die medialen Hemisphärenwände durch aufgetretene Verdickungen sich aneinander herandrängen, ist die Sichel dünn, zellenarm, um bei eingetretener Verwachsung an der betreffenden Stelle vollständig zu schwinden [1])".

Über das Verhalten der Lamina terminalis der Ratte bei der Balkenentwicklung wurde gesagt, daß im Gegensatz zur vorderen Commissur, die sich unmittelbar an die Schlußplatte anlegt, die ins Septum eintretenden Balkenfasern in einiger Entfernung vor der Schlußplatte liegen. Ich habe aus diesem Grunde angenommen, daß bei der Ratte die Balkenbildung unabhängig von der Lamina terminalis ist und überdies bemerkt, daß, wenn auch einzelne Bündel des Gewölbes in die Region der früheren Schlußplatte einwüchsen, dies nicht Anlaß sein sollte, sich übertriebenen Vorstellungen über die Bedeutung der Schlußplatte hinzugeben. Es schien mir ferner wahrscheinlich, daß die Autoren, welche von Verdickungen der Lamina terminalis sprechen, diese mit Verdickungen und Verwachsungen der medialen Hemisphärenwände verwechselt haben.

Seit dem Erscheinen meiner Schrift über den Balken habe ich neue Serien von Rattenembryonen angefertigt. Die Durchsicht derselben hat mich davon überzeugt, daß ich meine Angaben nicht zu ändern brauche; wenn ich trotzdem auf den Gegenstand zurückkomme, so geschieht dies nur aus dem Grunde, weil, wie oben bemerkt, die Verwachsung ursprünglich getrennter Hirnteile neuerlich bestritten wird und es überdies notwendig erscheint, die Behauptung zu kritisieren, welche das Einwachsen von Balkenfasern in die noch kaum merklich verdickte Schlußplatte als eine erwiesene Tatsache hinstellt.

Da die Lamina terminalis eine vom Anfang an gegebene Verbindung zwischen den beiden Hemisphären darstellt, so ist es verständlich, daß man immer wieder auf den Gedanken verfiel: Die ersten Balkenfasern müßten diesen Weg für ihren

---

[1]) Centralbl. f. Physiol. 1899–1900.

Verlauf wählen (P. Martin[1]), K. Goldstein[2]) u. a.). W. His[3]) anerkennt eine solche Bedeutung der Schlußplatte nicht. Die Lamina terminalis ist nach ihm „eine ... ausschließlich aus ependymalen Elementen bestehende Schicht ... Sie bleibt dünn und das, was irrtümlicherweise als Verdickung der Schlußplatte gedeutet worden ist, das sind die Verwachsungsflächen der ... Trapezplatten". So ablehnend, wie W. His, möchte ich mich der aufgeworfenen Frage gegenüber nicht verhalten, zumal ich bei Embryonen des Menschen Veränderungen an der Schlußplatte gesehen habe, die eine allerdings andersgeartete Beteiligung derselben an der Balkenbildung, als angegeben wird, nicht ausschließen. Das untersuchte Material ist jedoch zu unvollständig, so daß ich auf die Schilderung der Balkenbildung beim Menschen verzichten muß. Ich bin nicht in der Lage, Angaben darüber zu machen, wie sich hierbei die medialen Hemisphärenwände verhalten, ob sie Verwachsungen eingehen oder nicht, dagegen kann ich die Behauptung aufstellen, daß zum mindesten in einem bestimmten Abschnitt des menschlichen Balkens die Commissurenfasern erst dann die Mittellinie überschreiten, wenn die Gegend der Schlußplatte bereits in eine dicke Substanzbrücke umgewandelt ist.

V. v. Mihalkowicz nahm, wie schon erwähnt, an, daß dem Übergange der Balkenfasern von einer Hemisphäre in die andere eine umschriebene Verwachsung der medialen Hemisphärenwände vorausgehe. K. Goldstein bestreitet diese Angabe, und zwar auf Grundlage der Untersuchung eines 10·5 *cm* langen menschlichen Embryos, dessen Balken schon die Länge von etwa $2^1/_2$ *mm* erreicht hatte. Der Balken entsteht nach diesem Autor innerhalb der Schlußplatte, welche durch die Zunahme von Balkenfasern eine beträchtliche Verdickung erfährt, und später den ganzen Balken in sich birgt. Dabei soll dem Randschleier der Lamina terminalis eine Rolle zufallen, indem die immer zahlreicher werdenden Balkenfasern den Randschleier mehr und mehr ausdehnen, bis schließlich das mächtige Corpus

---

[1]) Zur Entwickl. d. Großhirnbalkens. Anat. Anz., Bd. IX; ferner Bogenfurche u. Balkenentwicklung bei d. Katze. Jen. Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. XXIX, 1895.

[2]) l c.

[3]) l. c.

callosum als Ganzes in den Randschleier eingebettet ist. Man müßte dann allerdings, wie K. Goldstein weiter angibt, „die Partien der medialen Hemisphärenwand, die dem Gebiete des unteren Randbogens angehören und mit zunehmender Vergrößerung des Balkens an seine Seite zu liegen kommen und ihn mitbilden helfen, als zur Lamina terminalis zugehörig auffassen. Letzteres wird nicht so unberechtigt erscheinen, wenn man bedenkt, daß sich doch eigentlich zwischen Lamina terminalis und der angrenzenden Hemisphärenwand eine präzise Abgrenzung überhaupt nicht treffen läßt". Der von K. Goldstein beschriebene menschliche Embryo gehört einem Entwicklungsstadium an, welches für die Frage, an welcher Stelle die ersten Balkenfasern die Mittelebene überschreiten, nicht mehr in Betracht kommen kann und aus diesem Grunde auch keinen Aufschluß darüber bringt, ob und welche Beziehung zwischen dem Auftreten der ersten Balkenfasern und der Schlußplatte besteht. K. Goldstein behauptet auch nicht, eine solche beobachtet zu haben, doch scheint ihm vieles dafür zu sprechen. Um die ersten Anfänge der Balkenfaserung in der noch kaum merklich verdickten Schlußplatte nachzuweisen, müßte, wie Goldstein richtig angibt, ein jüngeres Stadium als das ihm zur Verfügung gestandene untersucht werden. In der zweiten Schrift des Autors, welche die Ergebnisse einer Untersuchung über das Balkenwachstum bis zum vierten Monat enthält, kehrt die Behauptung, daß der Balken in der Lamina terminalis entstehe und diese durch die Zunahme von Balkenfasern ausgedehnt werde, wieder.

Wie schon vorher bemerkt, ist mein Material zu unvollständig, um die Balkenbildung beim Menschen behandeln zu können; doch sei auf einen Befund hingewiesen. An einem 5·6 *cm* langen menschlichen Embryo ist ein vorderes Stück des Balkens schon gebildet. Hinter demselben beschränkt sich die Balkenanlage vorerst noch auf die medialen Hemisphärenwände. Hier findet sich an Stelle der Schlußplatte eine dicke, aus Spongioblasten aufgebaute Substanzbrücke, die nicht eine einzige Balkenfaser enthält. Auf die Frage, wie diese Substanzbrücke entstanden ist, ob durch eine gleichmäßig verteilte Zunahme der Lamina terminalis oder durch Verwachsung bilateraler Rindenleisten mit oder ohne Beteiligung der Schlußplatte, soll hier nicht eingegangen werden, da ich wegen des Fehlens von

Zwischenstadien die Entstehung der Substanzbrücke nicht verfolgen konnte. Mit Bestimmtheit darf aber behauptet werden, daß die Verdickung der Schlußplatte nicht durch Balkenfasern erzeugt wird; die Stelle ist schon vor dem Einwachsen der Commissurenfasern verdickt.

K. Goldstein beruft sich in seiner ersten Schrift auch auf vergleichend anatomische Untersuchungen, welche für seine Theorie sprechen sollen. Gegen Elliot Smith, den der Autor zitiert, habe ich schon hervorgehoben[1]), daß die Frage, ob der Bildung des Corpus callosum eine Verwachsung von Teilen der medialen Hemisphärenwände vorausgehe oder nicht, nur auf die Weise zu lösen ist, daß man die Vorgänge, welche sich bei der fötalen Entwicklung des Balkens abspielen, schrittweise verfolgt. Hierzu bedarf es mikroskopischer Untersuchungen, da es sich um die Feststellung von Veränderungen handelt, die mit freiem Auge nicht verfolgbar sind. Ob die ersten Balkenfasern in die Lamina terminalis oder in eine durch Verwachsung der medialen Hemisphärenwände gesetzte Substanzbrücke einwachsen, kann durch vergleichend-anatomische Reflexionen über definitive Zustände nicht entschieden werden und aus diesem Grunde sind Angaben dieser Art für die Lösung der aufgeworfenen Frage ohne Bedeutung. Im übrigen gibt Elliot Smith[2]) in neuerer Zeit eine solche Verwachsung zu, denn er läßt die Commissura pallii posterior des Reptiliengehirns in einer Brücke aus grauer Substanz verlaufen, welche durch Verschmelzung der kaudalen Septumenden gebildet wird.

Nach P. Martin[3]), den K. Goldstein auch zitiert, liegt die Balkenanlage der Katze in der Schlußplatte. Mit der zunehmenden Zahl der Balkenfasern soll die dünne Lamina terminalis nicht mehr genügend Platz bieten und der Querschnitt des Balkens müsse daher bald ihre Grenzen überschreiten; wohin ist nicht gesagt. An einer anderen Stelle wird die Bedeutung dieser Behauptung etwas abgeschwächt; es wird die Entwicklung der Balkenfasern in der Schlußplatte nicht so bestimmt, wie vorher hingestellt. In der späteren Veröffentlichung

---

1) l. c.

2) On the Morphol. of the cerebral commiss. etc. Tranact. Linnean Soc. 2 Ser. Zool. Vol. 8, 1893.

3) l. c.

Martins ist nur mehr von der eine Zeit hindurch bestehenden Verdickung der Schlußplatte die Rede. Wie die Verdickung zustande kommt, ist nicht gesagt, die Beziehung der Verdickung zu den medialen Hemisphärenwänden wird nicht behandelt. Eine solche Erörterung wäre aber sehr erwünscht gewesen, denn die Fig. 3 der Taf. 2 erweckt gleich den Fig. 2 und 5 der Taf. 15 in Marchands Abhandlung[1]) den Eindruck, daß es sich zum mindesten auch um eine Verdickung der medialen Hemi-

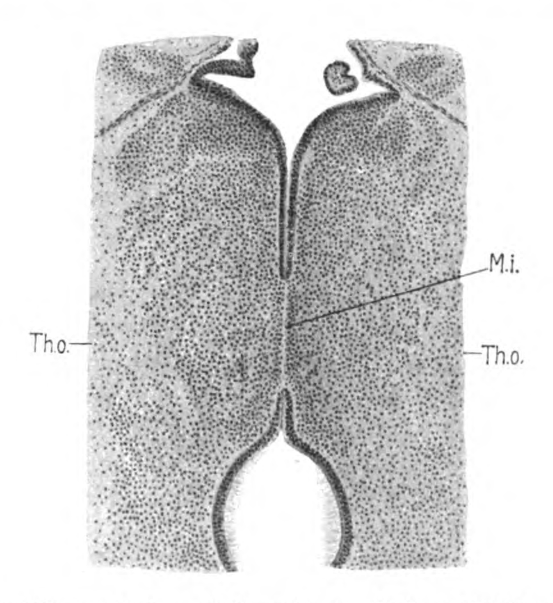


Fig. 1. Vespertilio mystacinus. 11·5 *mm* langer Embryo. Schrägschnitt durch die Sehhügel *(Th. o.)* und die Commissura mollis *(M. i.)*. Vergr. 70/1.

sphärenwände im Bereich der Area trapezoides handelt. Es fällt nämlich auf, daß die Area trapezoides in jüngeren Entwicklungsstadien mit dünner Schlußplatte größer ist, als an älteren Embryonen, während man doch in Anbetracht der fortschreitenden Größenzunahme des Gehirns das Umgekehrte erwarten sollte. Nebenbei sei bemerkt, daß von der von Marchand[2])

---

[1]) Über die Entwicklung d. menschl. Balkens. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. XXXVII.

[2]) l. c.

und Martin[1]) beschriebenen nachträglichen Verdünnung der verdickten Schlußplatte bei der Ratte nichts zu sehen ist.

Der Beweis, daß die ersten Balkenfasern in die Lamina terminalis einwachsen und dieselbe verdicken, ist, wie ich glauben möchte, bisher nicht erbracht.

Ich gehe nun zur Frage von der Verwachsung ursprünglich getrennter bilateral-symmetrischer Gehirnpartien über. Es kommen in dieser Hinsicht bei der Ratte und bei anderen Säugetieren in Betracht: Die Seitenplatten des Rückenmarks, die Sehhügel entsprechend der Commissura mollis, sowie der Randbogen in der Gegend des Balkens und des Psalterium. Ich habe angegeben, daß die seitlichen Rückenmarkshälften gegeneinander vorwachsen und untereinander verlöten, um später vollständig miteinander zu verschmelzen, ferner, daß in der linearen Verlötungszone sich zahlreiche Mitosen finden. A. Schaper und K. Cohen[2]) haben, ohne meine Befunde zu kennen, die gleiche Beobachtung gemacht.

In bezug auf die Entstehung der Commissura mollis berufe ich mich hauptsächlich auf Angaben meiner zitierten Schrift. Nach diesen sind die beiden Sehhügelanlagen ursprünglich vollständig voneinander getrennt. Später gelangen an der Stelle entsprechend der sich später ausbildenden Massa intermedia umschriebene Anteile der medialen Sehhügelflächen in Berührung, um zunächst untereinander zu verlöten. Die Verlötungslinie wird anfänglich jederseits durch einen feinfaserigen Streifen von den Zellen der Sehhügel getrennt. An ihrer Stelle treten hierauf Zellen auf, die den nachbarlichen in den Sehhügeln gleichsehen, und die Verwachsungszone bietet ein Aussehen dar, als wären vom Anfang an beide Sehhügel ein Körper gewesen. Ein Objekt mit Übergängen der Verlötung in Verwachsung stand mir von der Ratte nicht zur Verfügung. Dagegen ließ sich der Prozeß an dem Gehirn eines 11·5 *mm* langen Embryos von Vespertilio mystacinus verfolgen. An den Stellen, wo die Verwachsung noch fehlt, die beiden Thalami aber schon bis zur Berührung aneinander liegen, begrenzen sich die Sehhügel durch vorwiegend einreihig angeordnete Epithelzellen,

[1]) l. c.

[2]) Beitr. z. Analyse d. tierischen Wachstums, II. Teil. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. XIX, 1905.

deren Längendurchmesser frontal gestellt sind und deren freie Enden in ein feinfaseriges Gewebe auslaufen (Grenzhaut nach W. His). Entsprechend der Mittelebene stoßen die Grenzhäute in einer linearen Naht aneinander. An den Punkten, wo die Verwachsung einsetzt, ist der Verband der Epithelzellen gelockert und ihre regelmäßige Anordnung aufgehoben, die lineare

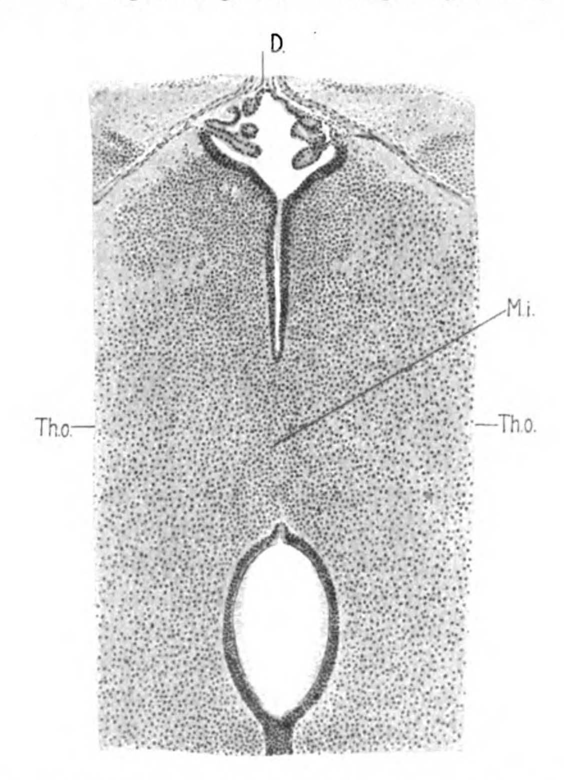


Fig. 2. Objekt der Fig. 1. Schnitt durch die Sehhügel *(Th. o.)* und die Commissura mollis *(M. i.)*. *D.* Decke der mittleren Kammer.

Naht geschwunden, die Verschmelzung der Sehhügel angebahnt. An anderen Stellen der Verwachsung sind die Epithelzellen schon verschwunden, die Grenzhäute zu einer einheitlichen Faserplatte verwachsen (Fig. 1, *M. i.*). Von den Sehhügelzellen, die sich sonst am Epithel begrenzen, liegen einzelne schon in der Faserplatte; da endlich, wo die Verwachsung vollständig durchgeführt ist (Fig. 2, *M. i.*), ist die Faserplatte durch Ein-

wanderung von Spongioblasten unkenntlich geworden und dieselben haben eine solche Lagerung angenommen, daß eine Grenze zwischen den beiden Sehhügeln sich nicht mehr erkennen läßt. Noch später wachsen Fasern in die so entstandene Commissura mollis ein.

Wie ist nun diese Verwachsung der beiden Thalami von K. Goldstein behandelt worden? Dieser Autor hat anläßlich der Untersuchung der zwischen dem Sehhügel und dem Nucleus caudatus bestehenden Verbindung gefunden, daß an dieser Stelle das expansive Wachstum allein in Betracht komme. Neue Kontinuitäten sollen sich nicht bilden, vielmehr die eintretenden Veränderungen durch allmähliche Verbreiterung anfänglich schmaler Substanzbrücken entstanden sein. Verwachsungen zwischen ursprünglich getrennten oberflächlichen Hirnanteilen soll es nicht geben, auch nicht im Bereich des Balkens. Eine Schwierigkeit bestand allerdings für K. Goldsteins Theorie, nämlich die Bildungsweise der Commissura mollis, welche, wie der Autor zugibt, „tatsächlich durch Verwachsung von Gehirnmassen zustande kommt". Statt aber hieraus den Schluß zu ziehen, daß seine Theorie nicht für alle Formen von Übergängen zwischen den beiden Hemisphären Geltung haben könne und für eine Verallgemeinerung ungeeignet sei, wird die Verwachsung der Sehhügel an der Commissura mollis als etwas hingestellt, was nicht ohne weiteres mit den Bildungsvorgängen der anderen Commissuren verglichen werden darf. Die erste Schrift Goldsteins enthält über die Commissura mollis folgende Stelle: „Die Commissura mollis, welche tatsächlich durch Verwachsung von Gehirnmassen zustande kommt und also scheinbar gegen unsere Anschauung angeführt werden könnte, ist den erwähnten Verbindungen nicht gleich zu setzen. Abgesehen davon, daß sie, wie bekannt, in ihrem Vorkommen inkonstant und überhaupt keine eigentliche Commissur ist, stellt sie nicht eine durch aktive Wachstumsvorgänge bedingte organische Verbindung dar, wie die hier in Betracht kommenden. Ihre Entstehung ist wohl dadurch bedingt, daß die an Volumen mächtig zunehmenden Thalami an einer umschriebenen Stelle ihrer ventrikulären Fläche häufig in gegenseitige Berührung geraten, wodurch eine allmähliche Verlötung und Verschmelzung der Substanzmassen stattfindet". Die zweite Schrift Goldsteins enthält die Defini-

tion des Begriffes „Verwachsung". Es heißt da mit Bezugnahme auf die Commissura mollis, daß in derselben nur eine Verklebung der medialen Sehhügelanteile mit mehr oder weniger vollständigem Zugrundegehen der epithelialen Oberflächenschicht

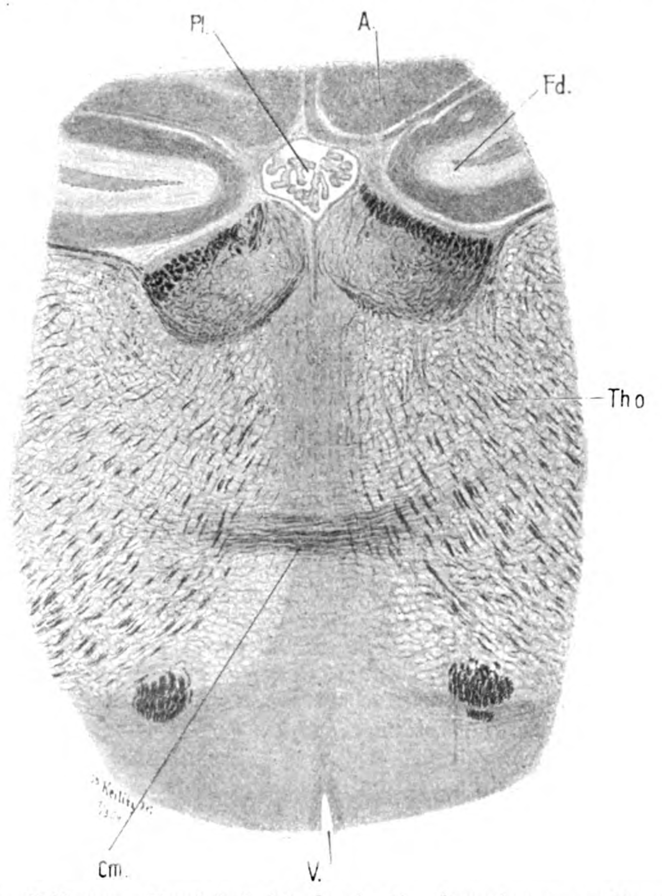


Fig. 3. Feldmaus. Frontalschnitt durch die Commissura mollis *(C. m.)*. *A.* Ammonshorn; *F. d.* Fascia dentata; *Pl.* Plexus chorioideus ventriculi tertii; *Th. o.* Sehhügel; *V.* kaudaler Teil der mittleren Kammer.

vorliege. Es entstehe keine neue Verbindung, die die innere Struktur der partizipierenden Teile irgendwie umgestalte. Unter Verwachsung hat man aber nach Goldstein einen Vorgang zu verstehen, „bei welchem zwei Substanzmassen in der Weise verschmelzen, daß dadurch nicht nur der trennende

Zwischenraum zwischen ihnen verschwindet, sondern auch neue morphologische Gestaltung der Massen sich ausbildet und besonders in ihrer inneren Struktur neue Verbindungen von prinzipiell funktioneller Bedeutung zustande kommen".

Gegen diese Angaben läßt sich mehreres einwenden: Wenn auch die Commissura mollis nicht in allen Fällen vorhanden ist, so wird sie in der Regel doch angetroffen, wie dies zur Genüge schon daraus hervorgeht, daß die genannte Commissur

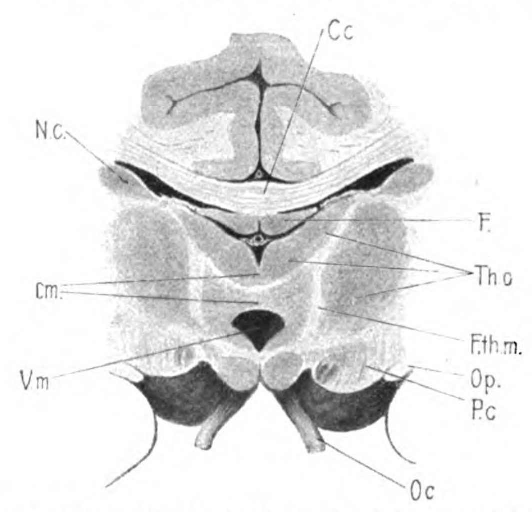


Fig. 4. Mensch. Frontalschnitt durch die Commissura mollis *(C. m.)*. *C. c.* Balken; *N. c.* geschwänzter Kern; *F.* Gewölbe; *Th. o.* Sehhügel; *V. m.* kaudaler Abschnitt der mittleren Kammer; *Op.* Nervus opticus; *P. c.* Großhirnstiel; *O c.* Nervus oculomotorius; *F. th. m.* Fasciculus thalamomamillaris. Der weiße Streifen zwischen den zwei Weisungslinien der Commissura mollis *(C. m.)* entspricht der die Mittellinie überschreitenden Faserbahn.

unter den typischen Bestandteilen des Gehirns aufgezählt wird. G. Eichler[1]) schätzt die Zahl der Sektionen, bei welchen die Commissura mollis vermißt wird, auf 20 bis 30%. Aber in bezug auf die prinzipielle Bedeutung für die Commissurenbildung spielt das statistische Verhalten der Verbindung doch nur eine untergeordnete Rolle, denn es bleiben noch immer die Fälle mit entwickelter Commissura mollis zu erklären übrig.

[1]) Ein Fall von Balkenmangel im menschlichen Gehirn. Arch. f. Psychiatrie, Bd. VIII.

Gegen die Angabe, daß die geschilderte Sehhügelvereinigung keine wahre Commissur darstelle, sei hervorgehoben, daß es nicht darauf ankommt, ob die Markbündel der Commissura mollis in der Tat zu den Commissurenfasern gehören oder nicht; für unsere Diskussion genügt es festzustellen, ob die Commissura mollis Fasern enthält, die von einer Gehirnhälfte zur anderen hinüberziehen. Über die Existenz solcher Fasern kann man sich aus den Lehrbüchern der Neurologie Belehrung holen.

H. Obersteiner[1]) und desgleichen L. Edinger[2]) beschreiben Fasern in der Commissura mollis, die in geringer Anzahl vorhanden, sich nicht zu Bündeln vereinigen und die, wie Obersteiner speziell hervorhebt, teils in den Thalamus eindringen, teils in verschiedenen Richtungen parallel der Ventrikelwand im zentralen Höhlengrau verlaufen. S. Ramon y Cajal[3]) bildet die Querfasern der Commissura mollis auf Fig. 609 seines Werkes ab. Ich selbst habe die Fasern der Commissura mollis für die Gehirne der Maus, der Ratte und des Hypsiprymnus Gemardi beschrieben[4]), dieselben in jüngster Zeit auch bei Vesperugo noctula, Talpa europaea, Ursus maritimus, Phascolarctus cinereus und Perameles gesehen und verweise, um jeden Zweifel an der Existenz dieser Bahn zu beheben, auf Fig. 3 und 4. Auf Fig. 4, betreffend das Gehirn des Menschen, ist der in Rede stehende Faserkomplex schon mit freiem Auge sichtbar.

In bezug auf die von Goldstein gegebene Definition einer „Verwachsung" will ich davon absehen, daß viele von den in den Lehr- und Handbüchern der Anatomie und der Entwicklungsgeschichte als Verwachsungen angeführten Verbindungen gestrichen werden müßten, wenn Goldsteins Erklärungsweise eine Berechtigung hätte. Aber die Commissura mollis hält selbst Goldsteins Definition gegenüber stand, denn die Struktur der Verbindung wird durch das Einwachsen von Faserbahnen aus-

---

[1]) H. Obersteiner: Anleit. b. Stud. d. Baues d. nervösen Zentralorgane. Wien 1901.

[2]) L. Edinger: Vorles. üb. d. Bau d. nervösen Zentralorg. d. Menschen etc. Leipzig 1900.

[3]) Textura del Sistema nervioso etc. T. II. Madrid 1904.

[4]) l. c. Sitzungsbericht d. k. Akad.

gestaltet und daß denselben auch eine funktionelle Bedeutung zukommt, ist wohl nicht zu bezweifeln. G. Mirto[1]) hält sie für Commissurenfasern der Sehhügel. Er schließt das anatomisch-histologische Kapitel seiner Schrift mit den Worten: „Con questi dati strutturali, la trabecolo cinerea non rappresenta un organo indifferente ma acquista il valore di un organo commessurale nel senso fisiologico della parola cioe devoluto a un funzione speciale associativa fra i due talami. In cunclusione ci sembra non sia azzardato il pensare, in base a questi reperti istologici, che la com-

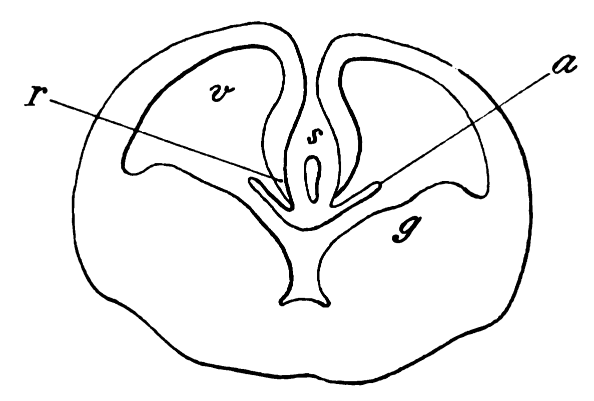


Fig. 5. 11 *mm* langer Rattenembryo. Frontalschnitt durch den Randbogen *(r.)*, entsprechend dem Übergang desselben in die seitliche Adergeflechtfalte *(a.)*; *g.* Ganglienhügel; *s.* Sichelgewebe mit dem Durchschnitt einer Vene; *v.* Seitenkammer.

missura grigia contribuère alta migliare coordinazione di alcuni dei fenomeni automatici a cui i talami, come tutti i gangli basali, sono destinati".

Die in der Gegend der Balkenanlage auftretenden Verwachsungen der medialen Hemisphärenwände finden sich einerseits in der unmittelbaren Nachbarschaft der Schlußplatte und anderseits hinter ihr am Randbogen. Es soll zunächst die der letzteren besprochen werden. Das Äquivalent der Schlußplatte bekleidet hier die ventrale Fläche der Tela chorioidea superior, während die Balkenanlage sich über der Fissura chorioidea etabliert.

[1]) Sulla trabecolo cinerea dell' encefalo umano. Il Pisani V. XXVII. Palermo 1906.

Die bezeichnete Stelle schließt von vornherein die Mitbeteiligung der Lamina terminalis an der Ausbildung einer die Hemisphären verknüpfenden Substanzbrücke aus und ist somit besonders geeignet, die Frage zu entscheiden, ob bei der Balkenanlage Verwachsungen von ursprünglich getrennten Wandstücken auftreten oder nicht.

Die Übergangsstelle des Randbogens in die obere Platte der seitlichen Adergeflechtfalte ist bei jungen Rattenembryonen

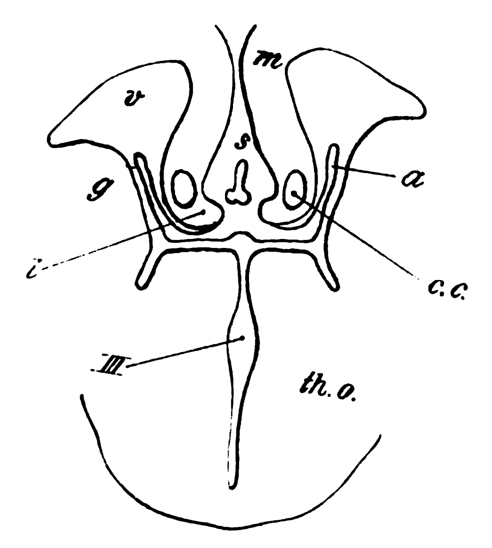


Fig. 6. 19 *mm* langer Rattenembryo. Frontalschnitt durch die mediale Hemisphärenwand und den Randbogen am Übergang des letzteren in die seitliche Adergeflechtfalte *(a.)*. Der Randbogen ist zu einer medialwärts vorspringenden Leiste *(l.)* verdickt. *g.* Ganglienhügel; *th. o.* Sehhügel; *s.* Sichelgewebe mit dem Durchschnitt einer Vene; *c. c.* Anlage der seitlichen Balkenstrahlung; *m.* mediale Hemisphärenwand; *v.* Seitenkammer; *III.* mittlere Kammer.

zugeschärft (Fig. 5). Bei älteren Embryonen sind diese Stellen zu Leisten verdickt, welche gegen die Mittelebene vorwachsen (Fig. 6, *l*) und untereinander zu einer vorerst aus Zellen aufgebauten Substanzbrücke verschmelzen, die als Leitbahn für die Balkenfasern dient (Fig. 7). Mit dem Einwachsen der Balkenelemente in die Substanzbrücke nehmen adäquat die Spongioblasten an Zahl ab.

An 26 und 28 *mm* langen Embryonen ist die vorher beschriebene Substanzbrücke bereits von Balken- und Gewölbe-

fasern substituiert. Auf Fig. 8, welches diesem Entwicklungsstadium entspricht, ist der Balken und das Gewölbe eingezeichnet (*C. c.* und *F.*). Das hintere faserige Balkenende[1]) fällt, senkrecht auf die Kammerfläche der medialen Hemisphärenwand projiziert, in den Bereich des Randbogens. Hinter dem faserigen Balken und im direkten Anschluß an denselben findet sich eine schmale Platte, beziehungsweise eine kurze Leiste des Randbogens *(l)*,

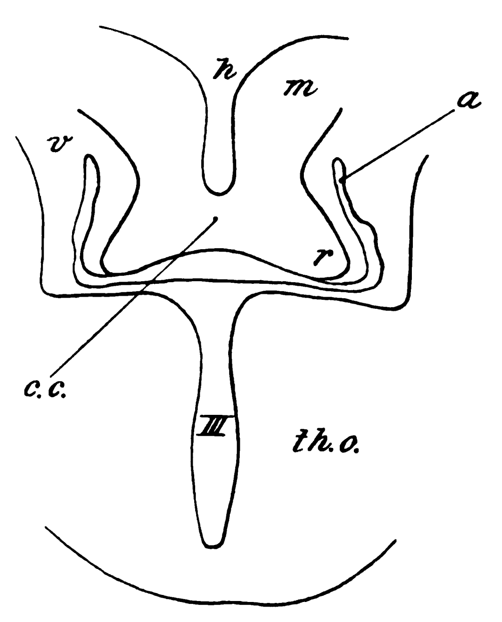


Fig. 7. 27 *mm* langer Rattenembryo. Frontalschnitt durch den Randbogen *(r.)* am Übergang in die seitliche Adergeflechtfalte *(a.)*. *h.* medianer Mantelspalt; *m.* mediale Hemisphärenwand; *c. c.* Balken (an dieser Stelle nur mehr wenige Fasern); *th. o.* Sehhügel; *v.* Seitenkammer; *III.* mittlere Kammer.

auf welche sechs Schnitte der Serie (Schnittdicke 10 μ) entfallen. Dieselben zeigen nachstehendes Verhalten: Auf den Schnitten 1 und 2 enthält die Zellbrücke noch Commissurenfasern; auf den Schnitten 3 und 4 fehlen die letzteren; auf den

[1]) Dasselbe entspricht nicht dem Sphenium corporis callosi am ausgebildeten Gehirn. Wie lange das Wachstum durch Apposition am hinteren Ende der Balkenanlage andauert, ferner in welchem Maße das interstitielle Wachstum den Balken vergrößert, habe ich bisher nicht genügend genau verfolgen können.

Schnitten 5 und 6 finden sich symmetrische Rindenleisten; dieselben sind wohl ziemlich weit in das Gewebe der Sichel hineingewachsen, aber es fehlt jedwede Verbindung zwischen ihnen.

Die Balkenfasern durchsetzen die Substanzbrücke nicht in den oberflächlichen, sondern in den tiefer gelegenen Anteilen, so daß oberhalb des Balkens eine Zellschicht liegt, die zum

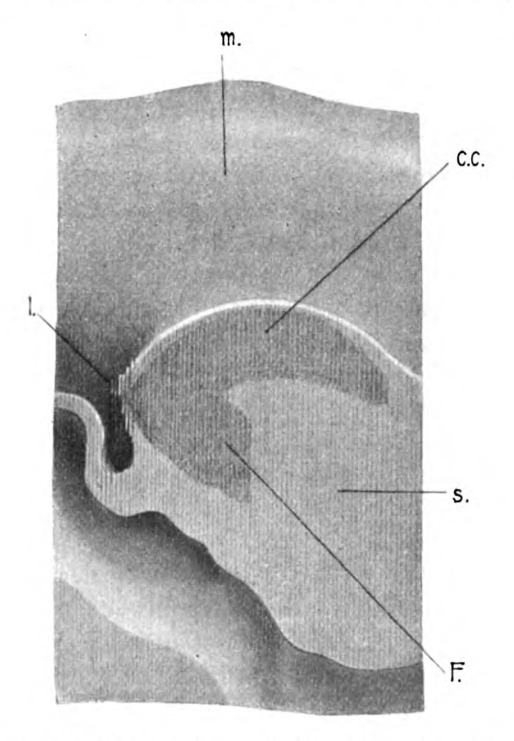


Fig. 8. 28 *mm* langer Rattenembryo. Modell der linken Hemisphärenwand. Mediale Wand *(m.)*. *s.* Septum; *c. c.* Balken; *F.* Gewölbe; *l.* Rindenleiste im Anschluß an den hinteren Rand des faserigen Balkens.

Aufbau der hinteren Partie des Indusium griseum corporis callosi verwendet wird. Auch basal von der Einstrahlung des Gewölbes in den Randbogen ist eine Zellmasse untergebracht, die wohl gleichfalls einen Rest der Substanzbrücke repräsentieren dürfte.

Im Bereich der Randbogenverwachsungen ist die Sichel von der Tela chorioidea superior abgetrennt, zwischen den

Zelleisten und hinter denselben hängen sie noch untereinander zusammen. Beim Menschen soll, wie K. Goldstein angibt, die Trennung beider voneinander dadurch hervorgerufen werden, daß der nach hinten wachsende Balken sich gegen das lockere Sichelgewebe vorschiebt und allmählich das Verbindungsstück zwischen der Falx und der Tela verdrängt. Anatomische Belege für einen solchen Mechanismus der Abschnürung liegen nicht vor. Daß bei der Ratte die Abschnürung in anderer Weise erfolgt, geht deutlich aus Abbildungen meiner ersten Schrift hervor. Man sieht z. B. auf Fig. 8 die kaudale Partie der Sichel ihrer ganzen Breite nach von Spongioblasten und großen Blutgefäßen durchsetzt, ein Entwicklungsmodus, der mit einer Durchtrennung des Sichelgewebes seitens des Balkens nicht in Einklang gebracht werden kann.

Die Untersuchung des Randbogens während der Entwicklung des Balkens ergibt demnach: 1. Die Verwachsung ursprünglich voneinander getrennter Hemisphärenabschnitte. 2. Die Ausbildung einer offenbar aus Spongioblasten zusammengesetzten Substanzbrücke zwischen den beiden Randbögen, die vor dem Übertritt der Balkenfasern von einer Seite auf die andere etabliert wird und das Material zur Anlage, eines Fasergerüstes enthält. 3. Die Entwicklung eines Balkenanteiles ohne Intervention der Schlußplatte. —

Bei der Bildung der im Bereich der Schlußplatte zwischen den medialen Hemisphärenwänden ausgespannten Substanzbrücke spielen sich im wesentlichen Vorgänge ab, wie sie am Randbogen beobachtet wurden. Es gelangen auch hier wieder zellige Leisten zur Ausbildung, die durch Verschmelzung einen Weg für die Passage von Balkenfasern herstellen. Es kann sich demnach nur noch um die Frage handeln, ob die Lamina terminalis an dem Aufbau der Rindenleisten beteiligt ist oder nicht.

Was zunächst die Abgrenzung der Schlußplatte anlangt, sei hervorgehoben, daß die einschlägigen Angaben der Literatur verschieden lauten. V. Mihalkowicz[1]) läßt sie von der Sehnervenplatte bis zur Decke des Zwischenhirns emporreichen. Nach

---

[1]) l. c.

W. His[1]) ist die obere Grenze der Schlußplatte anfänglich durch das Hervortreten einer medianen Leiste, später durch den Plexus chorioideus lateralis bezeichnet. Ein Jahr später bemerkt His[2]), daß der von Kupffer beschriebene, und auch beim Menschen vorkommende Lobus olfactorius impar dem oberen Ende der Schlußplatte entspreche; die Vortreibung soll dicht vor der seitlichen Adergeflechtfalte aufsitzen. In seiner letzten Arbeit aus dem Jahre

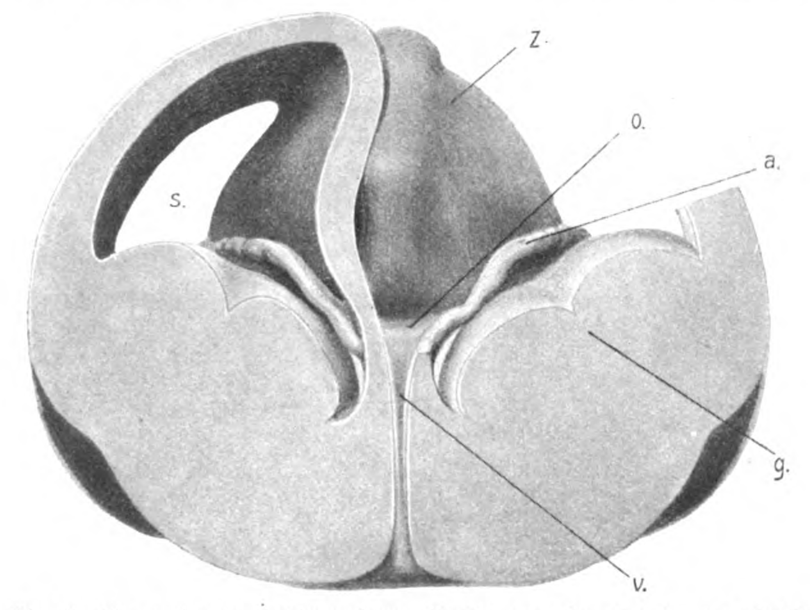


Fig. 9. 12 *mm* langer Rattenembryo. Modell, vor der Lamina terminalis frontal durchschnitten, von der linken Hemisphäre überdies die Wand der Seitenkammer bis auf den Ganglienhügel *(g.)* abgetragen. *a.* seitliche Adergeflechtfalte, *o.* kranialer (oberer), *v.* kaudaler (vorderer) Anteil der Schlußplatte; *s.* Seitenkammer; *z.* Zwischenhirn (Dachteil).

1904 trifft W. His[3]) eine Unterscheidung zwischen „Schlußplatte" und „Lamina terminalis". „Das Wort Schlußplatte, Lamina reuniens ist ein embryologischer Ausdruck, der die Vereinigungshaut der beiden Seitenwandungen des Hirnrohres

[1]) Verhandl. d. anat. Gesellsch. in Wien 1892 u. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1892, ferner: Zur allgem. Morphol. d. Gehirns. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1892.

[2]) Anatomenversamml. in Göttingen.

[3]) l. c.

überhaupt bezeichnet. Dagegen ist das Wort Lamina terminalis, Endplatte, der althergebrachte anatomische Ausdruck für die dünne, den dritten Ventrikel nach vorn abschließende Membran; sie geht aus dem unteren Abschnitt der Schlußplatte hervor und ist gleich ein ausschließlich ependymales Gebilde."

Nach K. v. Kupffer[1]) reicht bei Lacerta vivipara die Lamina terminalis vom Recessus opticus bis zur Paraphyse,

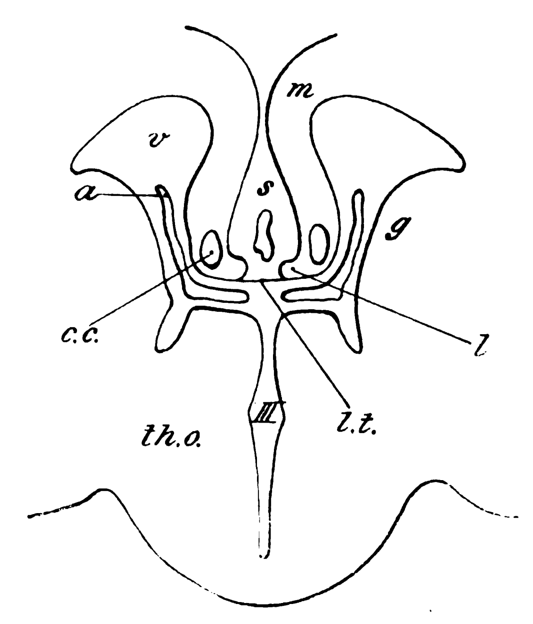


Fig. 10. 19 *mm* langer Rattenembryo. Frontalschnitt durch die mediale Hemisphärenwand *(m.)* und den Randbogen unmittelbar vor dem auf Fig. 6 abgebildeten Schnitt (demnach vor der Abgangsstelle der seitlichen Adergeflechtfalte) gelegen. *a.* Adergeflechtfalte; *c. c.* Anlage der seitlichen Balkenstrahlung; *g.* Ganglienhügel; *l.* Rindenleiste; *l. t.* Schlußplatte; *s.* Sichelgewebe mit dem Querschnitt einer Vene; *th. o.* Sehhügel; *v.* Seitenkammer; *III.* mittlere Kammer.

hierauf folgt von der Paraphyse bis zum Velum transversum, welches an der Grenze zwischen dem Telencephalon und dem Diencephalon seinen Sitz hat, die Dachplatte.

Ich will mich auf die Frage, ob die angeführten Grenzbestimmungen der Schlußplatte sich auch wirklich mit jenen

[1]) Zur Morphogenie d. Zentralnervensystem. — Handb. d. Entwicklungslehre, herausg. von O. Hertwig, Bd. II, 1906.

decken, welche ihr bei streng morphologischer Betrachtung zugeschrieben werden müßten, nicht einlassen und werde, wie die meisten Autoren, Mihalkowicz folgend, auch noch den dorsal vom Foramen Monroi gelegenen Dachanteil der Hemisphäre als Lamina terminalis bezeichnen. An der Schlußplatte der Ratte sind dementsprechend und auch schon der leichteren Orientierung halber zwei Abschnitte, ein kaudaler und ein kranialer zu unterscheiden; der erstere (Fig. 9, *v*) bildet die vordere Wand der mittleren Kammer

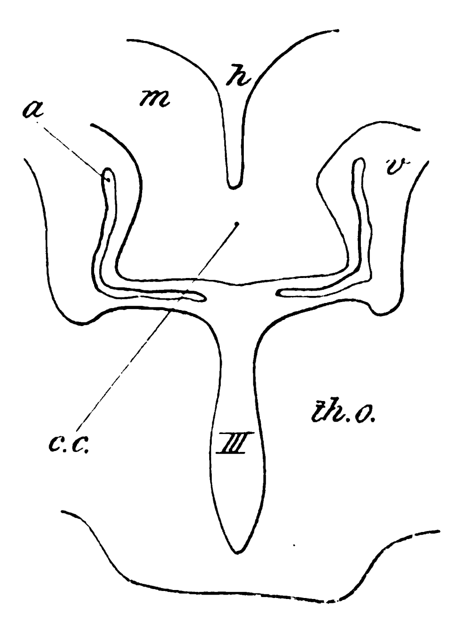


Fig. 11. 27 *mm* langer Rattenembryo. Frontalschnitt unmittelbar vor der Abgangsstelle der seitlichen Adergeflechtfalte. *a.* Adergeflechtfalte; *c. c.* Balken; *h.* mediane Mantelspalte; *m.* mediale Hemisphärenwand; *th. o.* Sehhügel; *v.* Seitenkammer; *III.* mittlere Kammer.

und ist schmal, da hier die medialen Hemisphärenwände unter einem kleinen Winkel aneinanderstoßen. Der kraniale, weit breitere Abschnitt (Fig. 9, *o*) deckt den zwischen den Foramina Monroi gelegenen Anteil der Kammer und bildet eine dreieckige Platte. Die Spitze des Dreieckes geht in den kaudalen Teil der Lamina terminalis über, die breite Basis derselben bildet mit dem Dache des Zwischenhirns einen Winkel (Angulus praethalamicus nach W. His). Die Seiten des Dreieckes schließen an die medialen

Hemisphärenwände an, gegen die sie sich anfänglich durch Furchen begrenzen.

So lange die seitliche Adergeflechtfalte nicht entwickelt ist, formiert der kraniale Abschnitt der Schlußplatte eine in allen seinen Zonen gleichförmig zwischen den medialen Hemisphärenwänden ausgespannte epitheliale Membran. Sobald aber die seitliche Adergeflechtfalte bemerkbar wird, gliedert sich die

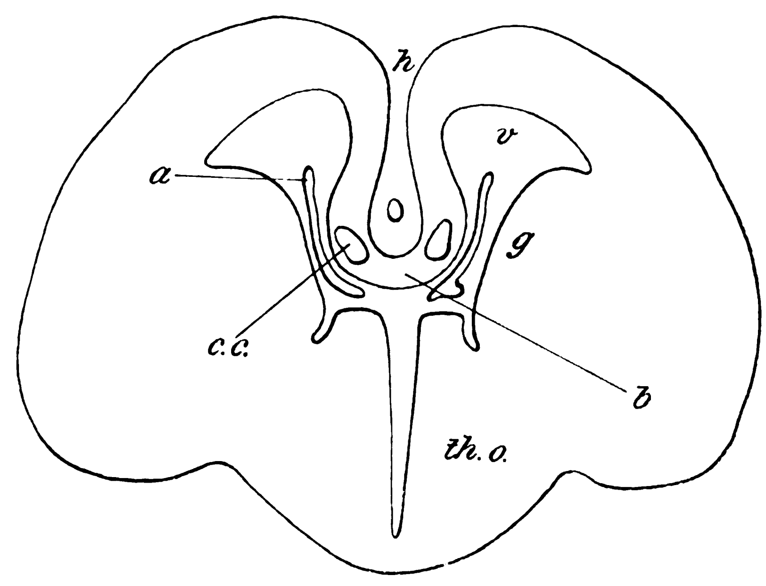


Fig. 12. Objekt der Fig. 10. Frontalschnitt durch die mediale Hemisphärenwand, entsprechend dem oberen Teil der Schlußplatte und in einiger Entfernung vor dem auf Fig. 10 abgebildeten Schnitt gelegen. An Stelle der Rindenleisten *(l.)* und der Lamina terminalis ist eine dicke Substanzbrücke *(b.)* etabliert.

Lamina terminalis in zwei Abschnitte: In die vor der genannten Falte gelegene Schlußplatte im engeren Sinne des Wortes und entsprechend der Falte in das Epithel der Tela chorioidea superior, welches die kaudalen Platten der beiden Adergeflechtfalten miteinander verbindet.

Der obere Teil der Schlußplatte ist an jüngeren Embryonen relativ dicker als an älteren; und zwar mindestens so dick, wie die unmittelbar anschließenden Stücke der medialen Hemisphärenwände. An der Außenseite der Lamina terminalis findet sich ent-

sprechend der Medianebene eine Leiste, welche W. His[1]) für das menschliche Gehirn und L. Neumayer[2]) für das Gehirn des Schafes beschrieben hat. Neumayer schildert den Kiel als hohle Erhebung des Sphärencephalon. Bei der Ratte habe ich den Vorsprung an 4·2 bis 7 *mm* langen Embryonen beobachtet, an dem nächst älteren, 12 *mm* langen Embryo unserer Sammlung war derselbe bereits geschwunden.

Es sollen nun zunächst die Veränderungen besprochen werden, die sich entsprechend dem oberen Anteil der Schlußplatte abspielen. In bezug auf die mediale Hemisphärenwand

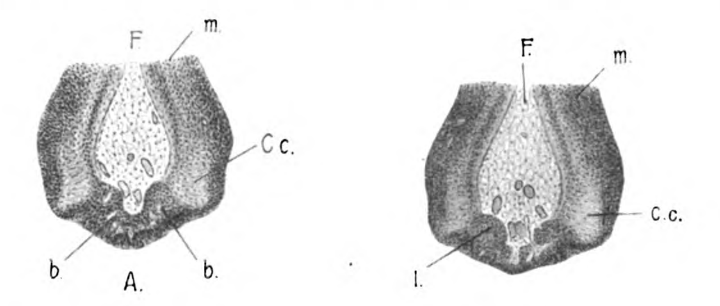


Fig. 13. 19 *mm* langer Rattenembryo. Substanzbrücke *(b.)* bei 25facher Vergrößerung. *m.* mediale Hemisphärenwand; *F.* Falx; *C. c.* Anlage der seitlichen Balkenstrahlung.

Fig. 14. Objekt der Fig. 13. Schnitt unweit hinter dem der Fig. 13 gelegen. Vergr. 25/1. An Stelle der Substanzbrücke symmetrische Rindenleisten *(l.)*. *C. c.* seitliche Balkenstrahlung; *F.* Falx; *m.* mediale Hemisphärenwand.

handelt es sich hier um jenes Stück, welches unmittelbar vor der Abgangsstelle der seitlichen Adergeflechtfalte liegt. Der auf Fig. 10 abgebildete Schnitt schließt direkt an den der Fig. 6 an. Man sieht wieder die Rindenleisten *(l)*, aber dieselben sind nicht frei, sondern durch die breite Lamina terminalis *(l. t.)* miteinander verbunden. Die identische Stelle konnte ich noch an einem 19 und einem 27 *mm* langen Embryo untersuchen. Bei ersterem sind die Rindenleisten noch unvereinigt,

[1]) Die Formentwickl. d. menschl. Vorderhirns. Abh. d. math.-phys. Klasse d. königl. sächs. Gesell. d. Wissensch. Bd. XV, 1889. — Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1892.

[2]) Stud. z. Entwicklung d. Gehirns d. Säugetiere. Jena 1899.

bei letzterem ist die Vereinigung schon eingetreten (Fig. 11) und die Substanzbrücke enthält den Balken und das Gewölbe.

Verfolgt man am 19 *mm* langen Embryo die Schnittserie in der Richtung nach vorne, so erhält man Bilder, wie eines auf Fig. 12 wiedergegeben ist. Man sieht an Stelle der Lamina terminalis und der Rindenleisten auf Fig. 10 eine aus Zellen aufgebaute, dicke Substanzbrücke *(b)*. Lateralwärts von derselben liegen die seitlichen Balkenstrahlungen; die Substanzbrücke selbst enthält keine einzige Balkenfaser. Fig. 13 zeigt einen Schnitt dieser Gegend bei 25facher Vergrößerung. Daß es sich bei der Etablierung der Substanzbrücke vorwiegend um die Verwachsung symmetrisch angelegter Zelleisten handelt, lehrt der Schnitt der Fig. 14, der nur drei Schnitte hinter dem der Fig. 13 liegt. Die Frage, ob an der Zusammensetzung dieser Leiste die Schlußplatte beteiligt ist oder nicht, soll erst später erörtert werden.

Bevor ich zur Besprechung der Veränderungen übergehe, die sich bei der Balkenbildung im Bereich der Area trapezoides abspielen, sei noch auf die auf den Fig. 15 und 16 dargestellten Horizontalschnitte hingewiesen. Von diesen liegt der Schnitt der Fig. 15 dicht über der Fissura chorioidea, der andere Schnitt an der Adergeflechtfalte selbst. Auf Fig. 15 springen die Rindenleisten stark vor *(l)*, auf Fig. 16 sind sie miteinander schon verschmolzen *(v)*.

Die Area trapezoides[1]) bietet bei 10 bis 14 *mm* langen Embryonen auffallende Dickenunterschiede dar. Auf Fig. 17 ist

[1]) Zur Area trapezoides (Area commissuralis), die im Bereich des späteren Septum pellucidum, sowie eines vorderen Stückes des Balkens und des Gewölbes liegt, gehört jener vor der mittleren Kammer situierte Teil der medialen Hemisphärenwand, der oben an den Randbogen, hinten an die Schlußplatte grenzt, unten so weit wie diese Platte reicht und vorne, wie die Angabe einiger Autoren lautet, von der vorderen Bogenfurche abgegrenzt wird. Bei der Ratte entfällt diese Grenze, da eine solche Furche nicht entwickelt ist. Es finden sich wohl bei älteren Embryonen an der vorderen Grenze der Area trapezoides entsprechend den Seitenecken der am Durchschnitt lanzettförmigen Sichel flache Einbiegungen (Fissura prima nach W. His u. a.), die ich aber nicht als Fissur bezeichnen möchte.

ein dicht vor der Schlußplatte geführter Frontalschnitt abgebildet, an dem diese Unterschiede gut zu sehen sind. Man findet bei *m* den später geschichtete Rinde tragenden Anteil der medialen Hemisphärenwand, basal von demselben das Septum (*s* und *s'*), zwischen *m* und *s* die hintere schwächere Partie der Area trapezoides, welche sich an der Kammerseite nach oben und unten durch Furchen (*o* und *u*) begrenzt.

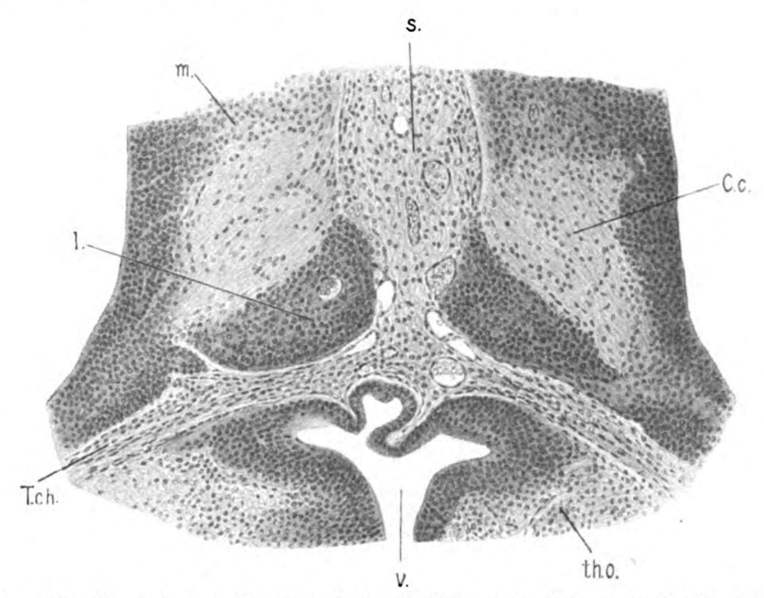


Fig. 15. 19 *mm* langer Rattenembryo. Balken noch nicht entwickelt. Horizontalschnitt durch den Randbogen dicht über der Fissura chorioidea. Vergr. 120/1. *C. c.* seitliche Balkenstrahlung; *l.* Rindenleiste; *m.* mediale Hemisphärenwand; *s.* Sichelgewebe; *th. o.* Sehhügel; *T. s.* Tela chorioidea superior; *v.* mittlere Kammer.

Das Septum läßt zwei Abschnitte unterscheiden, einen mächtigen kaudalen (*s*), der mit seiner der Kammer zugekehrten Fläche den Ganglienhügel berührt und einen vorerst noch dünnen kranialen Anteil (*s'*).

Mikroskopisch ist die Area trapezoides dadurch charakterisiert, daß ihre Zellkomplexe nicht in dem Sinne, wie in der später Rinde führenden Großhirnwand, in bestimmte Schichten gegliedert ist.

Jener Teil der Area commissuralis, der nicht zur Bildung von Großhirncommissuren aufgebraucht wird, bildet das Septum pellucidum.

In der Richtung gegen den Stirnpol des Gehirns gewinnt die kaudale, dicke Partie der Scheidewand auf Kosten der kranialen, dünnen Partie an Höhe und Breite (Fig. 18), bis endlich Dickenunterschiede der medialen Wand überhaupt nicht mehr besonders auffallen. Mit dieser Umformung verschwinden die Grenzfurchen der Area trapezoides. An Horizontalschnitten repräsentiert sich diese Area in der auf den Fig. 19 bis 21 dargestellten Weise. Der Schnitt der Fig. 19 durchsetzt die Platte im Bereich

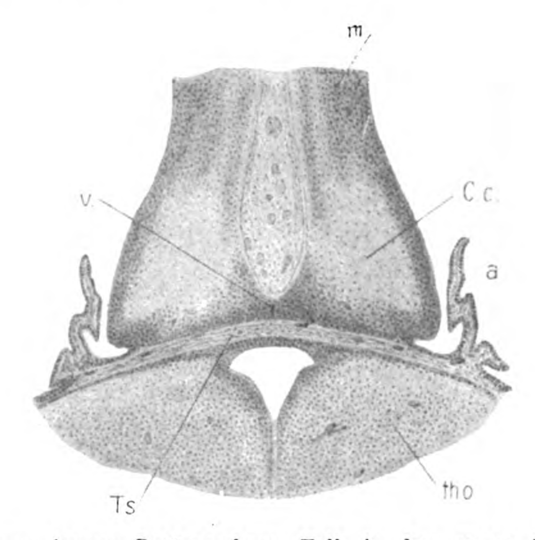


Fig. 16. 19 *mm* langer Rattenembryo. Fall, in dem vorne Balken schon entwickelt ist. Horizontalschnitt durch den Randbogen, entsprechend der Fissura chorioidea. Vergr. 50/1. *a.* seitliche Adergeflechtfalte; *C. c.* seitliche Balkenstrahlung; *m.* mediale Hemisphärenwand; *th. o.* Sehhügel; *T. s.* Tela chorioidea superior; *v.* Verwachsungsstelle des Randbogen.

der Abzweigung der seitlichen Adergeflechtfalte *(a)*. Auf Fig. 20 ist der dünne Teil der Area trapezoides als solcher nicht mehr zu erkennen. An seiner Stelle findet man eine zellige Substanzbrücke *(b)*. An einem Zwischenstadium (17 *mm* langer Embryo) hat die Area trapezoides eine Rindenleiste angesetzt, welche der auf Fig. 6 *(l)* abgebildeten ähnlich ist. Gegen die Gehirnbasis verfolgt, liefert die Serie Schnitte, wie einer auf Fig. 21 abgebildet ist. Der in früheren Stadien dünne Teil der Area trapezoides hat sich beiderseits zu Rindenleisten verdickt (Fig. 21,

B. l.), die später untereinander und mit der Schlußplatte zu einer Substanzbrücke verschmelzen (Fig. 21, *C b.*).

Die dünne Partie der Area trapezoides grenzt demnach oben an die mediale Hemisphärenwand im engeren Sinne des Wortes, unten an das Septum, hinten an die Schlußplatte. Eine vordere Begrenzung der Area ist, wie schon bemerkt, nur an der Kammerseite durch die Furche *o* (Fig. 23), nicht auch an der der Sichel zugewendeten Außenfläche der Gehirnwand gegeben.

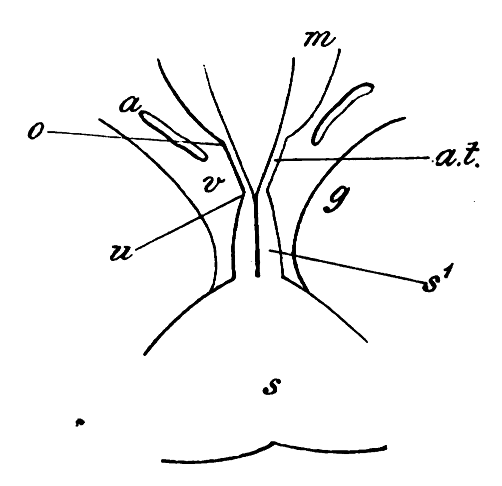


Fig. 17. 11 *mm* langer Rattenembryo. Frontalschnitt durch das Septum (*s.* und *s'.*) vor der Schlußplatte. *a.* seitliche Adergeflechtfalte; *a. t.* dünner Teil der Area trapezoides; *o.* und *u.* ihre obere, beziehungsweise untere Grenzfurche an der Kammerseite; *g.* Ganglienhügel; *v.* Seitenkammer.

Bei 10 bis 12 *mm* langen Embryonen setzt sich der dicke Anteil der Area trapezoides aus einer breiten Kammerschicht (Ependymschicht, Höhlengrau nach W. His) und einer schmäleren peripheren Schicht zusammen. Der dünne Anteil des Trapezfeldes ist die Fortsetzung der Ependymschicht und zeigt vorerst keine Spuren von Differenzierung. Beim 14 *mm* langen Embryo enthält der dicke Abschnitt der Area trapezoides bereits Mark, welches zur seitlichen Balkenstrahlung und zum Riechbündel gehört. Außen vom Markkern liegt die Ependymschicht, innen von demselben die spätere Rinde. Der dünne Abschnitt der Area trapezoides ist dicker geworden; nur ein schmaler, un-

mittelbar vor der Schlußplatte gelegener Streifen derselben bewahrt noch die ursprüngliche Dünnheit. Beim 15 *mm* langen Embryo ist zwischen den beiden Abschnitten der Trapezplatte kaum mehr ein Unterschied zu bemerken (Fig. 21, *B*). Dieselbe enthält an der Stelle der später sich bildenden seitlichen Balkenstrahlung und des Riechbündels eine Markplatte. Die Dickenzunahme der dünnen Hälfte der Area trapezoides tritt in der auf Fig. 22 gegebenen Abbildung, in welche die Form der Fig. 18 eingezeichnet ist, deutlich zutage. Der zunehmenden Verdickung der Area trapezoides läuft eine Verkürzung ihres vorher dünn gewesenen Stückes parallel (Fig. 23).

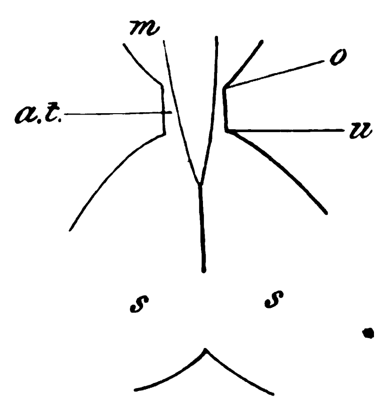


Fig. 18. 11 *mm* langer Rattenembryo. Frontalschnitt durch das Septum (*s.*) vor dem vorigen gelegen. *a. t.* Area trapezoides; *o.* und *u.* ihre Grenzfurchen an der Kammerseite; *m.* mediale Hemisphärenwand.

Die Massenzunahme, welche die Umwandlung veranlaßt, betrifft vorwiegend den der Seitenkammer zugekehrten Abschnitt der Area trapezoides, wo, wie zahlreiche Mitosen lehren, ein reges Wachstum stattfindet. Hierbei wird nach und nach die vorher dünn gewesene Partie des Trapezfeldes verkürzt und in den dicken Anteil desselben einbezogen, eine Erscheinung, welche durch die Verschiebung der Furche *o* in der Richtung nach hinten deutlich zum Ausdrucke gelangt. Es vergrößert sich demnach die vordere Hälfte der Area trapezoides auch auf Kosten der hinteren Hälfte dieses Feldes.

Die auf der Fig. 23 zwischen den Linien *o* und *u* jeder Seite eingeschobenen Gehirnstücke gehören zur medialen Hemisphärenwand.

Die Markbildung hält mit den beschriebenen Vorgängen gleichen Schritt. Sie setzt im vorderen Teile des Trapezfeldes ein und dehnt sich von hier nach hinten aus, so daß bald beide Hälften der Area trapezoides den gleichen Bau zeigen. Dieselbe bildet nun mit dem Septum einen mächtigen Körper, der sich von dem Rinde führenden Abschnitt der medialen Hemisphärenwand durch den Mangel an Schichtung unterscheidet.

Die Verwachsung der medialen Hemisphärenwände im Bereich der Area trapezoides und ihrer Nachbarschaft beginnt,

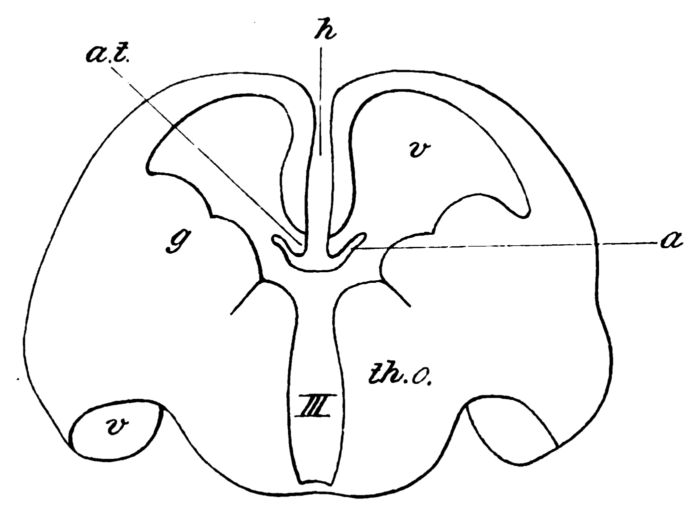


Fig. 19. 12 *mm* langer Rattenembryo. Horizontalschnitt durch die Area trapezoides *(a. t.)* in der Höhe der Abzweigung der seitlichen Adergeflechtfalte *(a.)*. *g.* Ganglienhügel; *h.* Sichelgewebe; *th. o.* Sehhügel; *v.* Seitenkammer; *III.* mittlere Kammer.

wie ich in meiner ersten Schrift über den Balken gezeigt habe, entsprechend jenem Teil der Schlußplatte, der die vordere Wand der mittleren Kammer bildet. An den Gehirnen von 15 *mm* langen Embryonen läßt sich erkennen, daß die Zellbrücken aus der äußeren an die Sichel grenzenden Schicht der Wand hervorgehen. Diese unterscheidet sich von der inneren, gegen die Seitenkammer gerichteten breiten Ependymschicht mit dicht gedrängten Zellen, durch ihre Schmalheit und die weniger dicht aneinandergelagerten Elemente.

Da wo die Zelleisten noch nicht miteinander verwachsen sind, reicht die Sichel bis an die Lamina terminalis heran (Fig. 24), während an den Stellen, wo die Verbindung bereits hergestellt ist, die Falx in ein vorderes und hinteres Stück geteilt wird (Fig. 25, *s* und *r*). Mit der vollständigen Vereinigung der Leisten schwindet der kürzere Sichelanteil *(r)* und die Schlußplatte geht ohne sichtbare Grenze in die Substanzbrücke über; beide bilden nun einen aus Zellen aufgebauten,

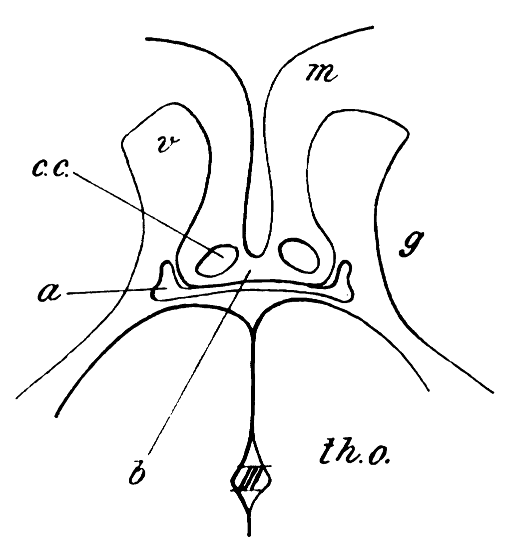


Fig. 20. 19 *mm* langer Rattenembryo. Horizontalschnitt entsprechend der Abzweigung der seitlichen Adergeflechtfalte *(a.)*. *b.* Substanzbrücke; *c. c.* seitliche Balkenstrahlung; *m.* mediale Hemisphärenwand; *th. o.* Sehhügel; *v.* Seitenkammer; *III.* mittlere Kammer.

einheitlichen Körper. Die Substanzbrücke wird entsprechend der Mitte von der Sichel eingeschnitten. Dieser Einschnitt verschwindet, indem die Substanzbrücke nasalwärts vorwächst. Gleichzeitig wird der freie Rand der Sichel abgestumpft.

Daß im Bereich der vorderen Wand der mittleren Kammer die Verbindung der medialen Hemisphärenwände ohne Mitbeteiligung der Schlußplatte, zum mindesten ohne die ihres mittleren Abschnittes gesetzt wird, geht wohl zur Genüge aus der Betrachtung der Fig. 24 und 25 hervor.

An 17 bis 19 *mm* langen Embryonen erstrecken sich die Substanzbrücken bis in die Nähe der seitlichen Adergeflecht-

falte empor und an 19 *mm* langen Embryonen können sie schon an die Leisten der Randbögen anschließen.

Bei der Entwicklung der Substanzbrücke spielen sich Vorgänge ab, wie sie beim Dickenwachstum des embryonalen Neuralrohres von Schaper[1]) beobachtet wurden. Nach den Angaben dieses Autors bildet während einer bestimmten Entwicklungsperiode die ventrikuläre Wandschicht des Neuralrohres den ausschließlichen Sitz des Proliferationsprozesses, der sich durch zahlreiche Kernteilungsfiguren zu erkennen gibt. Später schließen sich die Abkömmlinge der indifferenten Keimzellen nicht mehr ihren Vorgängern an, sondern wandern zwischen den epithelialen Stützelementen gegen die äußere

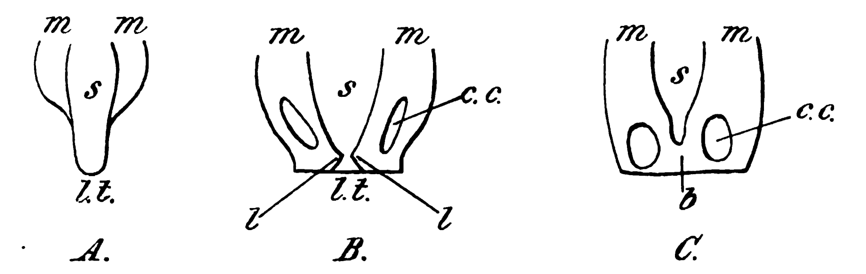


Fig. 21. Horizontalschnitte durch die medialen Wände der Hemisphären (*m*) und die vordere Wand der mitteren Kammer. (*l. t.*, Fig. 6.) *A.* 12, *B.* 15, *C.* 19 *mm* langer Rattenembryo. *c. c.* seitliche Seitenstrahlung; *l.* Rindenleiste; *s.* Sichelgewebe.

Schicht der Rohrwandung durch. Diese Entwicklungsart, ventrikuläres Wachstum, Wanderung der Keimzellen, scheint auch bei der Bildung der Zellbrücken Geltung zu haben, denn auch hier fällt die große Anzahl von Kernteilungsfiguren an der Kammerseite auf, während solche in den Leisten selbst viel weniger zahlreich sind.

Mit der Ausbildung der Substanzbrücke liegt die Bahn für den Verlauf von Balkenfasern vor, und an einigen Serien von 18 und 19 *mm* langen Embryonen ist ein vorderes Stück des Corpus callosum schon vorhanden (Fig. 26 bis 28). Dasselbe ist im anteroposterioren Durchmesser noch kurz, aber schon

[1]) l. c.

ziemlich dick. Da der Balken vorne beginnt und sich in der Richtung nach hinten vergrößert, zeigt derselbe in seinen verschiedenalterigen Zonen einen differenten Bau. Der vorderste, zugleich älteste Anteil ist faserig (Fig. 26), der hintere Anteil zellig (Fig. 28), ein mittlerer Anteil teils faserig, teils zellig (Fig. 27). Die Gegend dicht hinter den faserigen Balken befindet sich in einem Entwicklungsstadium, wie es für die Balkenanlage von 15 bis 17 *mm* langen Embryonen typisch ist,

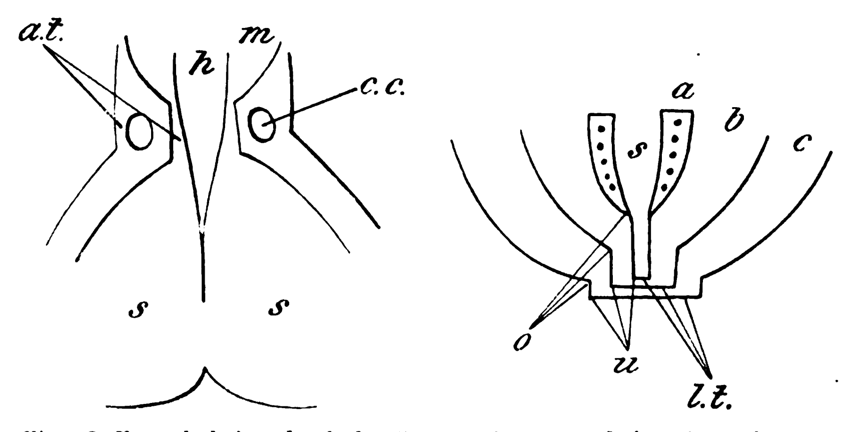


Fig. 22. Frontalschnitte durch das Septum eines 12 und eines 15 *mm* langen Rattenembryos ineinander gezeichnet. *m.* mediale Hemisphärenwand; *a. t.* Area trapezoides; *c. c.* Anlage der seitlichen Balkenstrahlung; *h.* medianer Hemisphärenspalt; *s.* Septum.

Fig. 23. Horizontalschnitte durch die Area trapezoides dreier verschiedener Entwicklungsstadien (*a.* bis *c.*) ineinander gezeichnet. *s.* Sichelgewebe; *l. t.* Schlußplatte, die Grenzfurchen zwischen den dünnen und dicken Anteilen der Area trapezoides, sowie die seitlichen Ecken der Lamina terminalis sind links durch Linien verbunden.

d. h. die seitlichen Balkenstrahlungen (*C. c.*) sind durch Zellmassen verbunden, die entsprechend der Medianebene vorerst noch durch einen niedrigen Sichelfortsatz voneinander getrennt sind. Die Zellsäulen (Fig. 27 und 28, *z*) gehören den Zellplatten an, die vor Eintritt der Verwachsung die seitlichen Balkenstrahlungen und die Riechbündel medianwärts begrenzen. An der dorsalen Fläche des Balkens schließen die erwähnten Zellsäulen an die Molekular- und Pyramidenschicht der medialen Hemisphärenwand an. Mit dem Schwunde der Zellen im Balken wird die

Kontinuität zwischen den kaudal und kranial vom Balken befindlichen Abschnitten der Zellmassen unterbrochen und ihr auf dem Balkenrücken liegender Anteil persistiert im vorderen Abschnitt des Indusium griseum. —

Bisher wurden die Rindenleisten stets als Abkömmlinge der medialen Hemisphärenwände ausgegeben. Es soll nun die Frage erörtert werden, ob an dem Aufbau der genannten Leisten nicht doch auch die Schlußplatte teilnimmt. Von vorneherein kann bei der Ratte eine solche Mitbeteilung ausgeschlossen

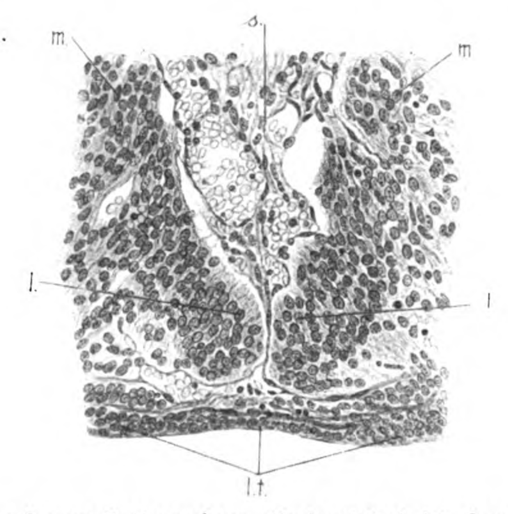


Fig. 24. 17 *mm* langer Rattenembryo. Horizontalschnitt durch die mediale Hemisphärenwand *(m.)* und die Schlußplatte, entsprechend der vorderen Wand der mittleren Kammer, 90 μ unterhalb des Abganges der seitlichen Adergeflechtfalte *(l. t.)*. Vergr. 250/1. *l.* Rindenleiste; *s.* Sichelgewebe.

werden für die vordere Wand der mittleren Kammer, sowie für den mittleren Streifen des oberen Anteiles der Lamina terminalis. Es konnte unschwer festgestellt werden, daß sich diese Partien der Schlußplatte gegenüber der Ausbildung von Rindenleisten ziemlich indifferent verhalten. Ob aber nicht seitliche Stücke der über den Foramina Monroi gelegenen Schlußplatte in die Rindenleisten einbezogen werden oder nicht, ist eine andere Frage. Hier geht nämlich in späteren Entwicklungsstadien die Lamina terminalis so allmählich in die mediale Hemisphärenwand über, daß es beim Eintritt der Verdickung schwer fällt,

zu unterscheiden, wo die Grenze zwischen beiden zu suchen ist. Gegen die Mitbeteiligung spricht, daß bei 15 *mm* langen Embryonen die dünne Schlußplatte mit den Rindenleisten winkelig geformte Einschnitte bildet, in welchen gefäßhältige Sichelfortsätze stecken. Diese müßten fehlen, wenn die seitlichen Anteile der Lamina terminalis an der Proliferation beteiligt wären. Ferner sind in diesem und auch zuweilen in älteren Stadien der Entwicklung die Zellen der Schlußplatte zu scharf gegen die Leisten abgesetzt, als daß man an eine engere Beziehung beider zueinander denken dürfte. Für die Mitbeteiligung

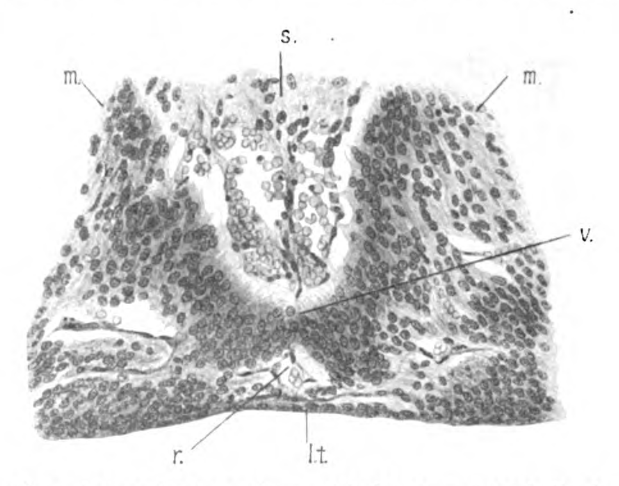


Fig. 25. 17 *mm* langer Rattenembryo. Schnitt 15 μ unterhalb des vorigen. Vergr. 250/1. Die Rindenleisten sind miteinander verbunden *(v.)*, die Sichel unterbrochen *(s.* und *r.)*. *m* mediale Hemisphärenwand; *l. t.* Schlußplatte.

sprechen Fälle, bei welchen die Rindenleisten den seitlichen Stücken der Schlußplatte so dicht anliegen, daß ein genetischer Zusammenhang bestehen könnte. Für die Entscheidung dieser Frage müßten neuerlich 18 bis 19 *mm* lange Embryonen untersucht werden, von denen mir leider kein Material mehr zur Verfügung steht.

Sichergestellt ist, daß bei der Ratte bilateral-symmetrische Leisten der medialen Hemisphärenwände, die später untereinander zu einer Substanzbrücke verwachsen, die Voraussetzung bilden für den Übergang der Balkenfasern von einer Hemisphäre in die andere, ferner, daß die hinter der Schluß-

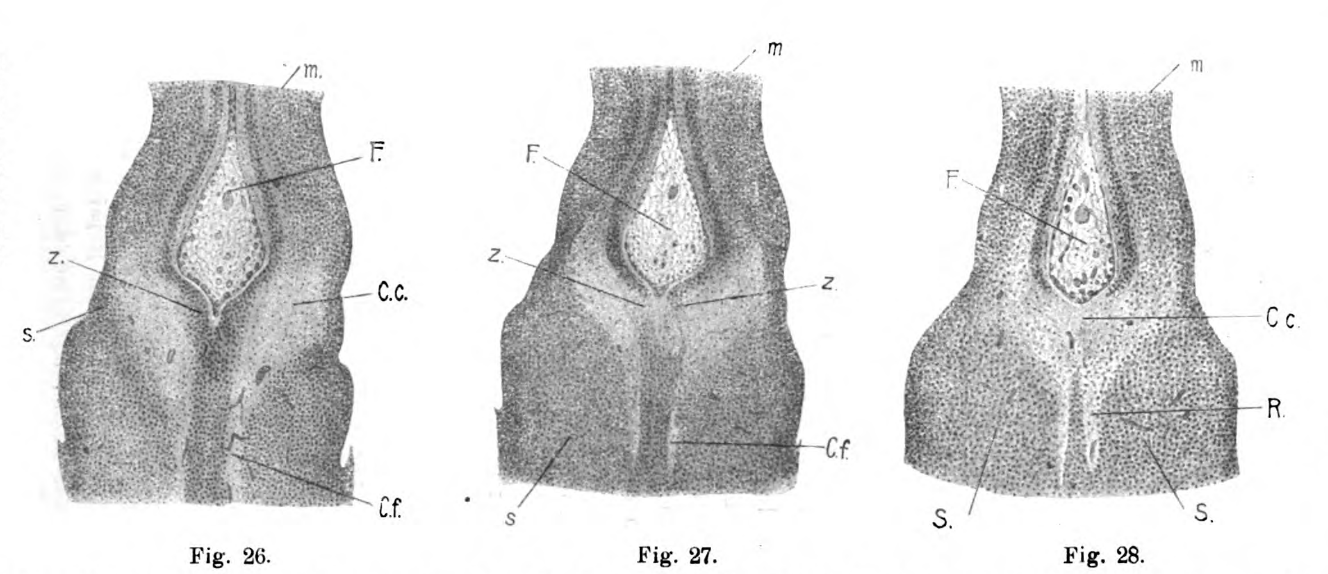


Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28.

Fig. 26 bis 28. 19 *mm* langer Rattenembryo. Frontalschnitte durch die mediale Hemisphärenwand *(m.)* und das Septum *(S.)* Vergr. 40/1.

Fig. 26. Schnitt durch das vordere Balkenende. *C. c.* Balken; *F.* Sichel; *R.* Riechbündel.

Fig. 27. Schnitt durch das hintere Balkenende. Dasselbe enthält noch Zellen *(z.)*. *C.f.* Columna fornicis; *F.* Sichel; *m.* mediale Hemisphärenwand; *S.* Septum.

Fig. 28. Schnitt unmittelbar hinter dem Balken. Die seitlichen Balkenstrahlungen *(C. c.)* sind noch nicht zum Balken vereinigt, sondern durch Zellplatten *(z.)* voneinander getrennt, die in der hinteren Verlängerung der auf Fig. 27 dargestellten Zellplatten *(z.)* liegen. *C.f.* Columna fornicis; *F.* Sichel; *m.* mediale Hemisphärenwand; *S.* Septum.

platte gelegenen Leistenanteile ausschließlich vom Randbogen abstammen. Im Bereich der Foramina Monroi könnten seitliche Anteile der Lamina terminalis am Aufbau der Rindenleisten beteiligt sein. Ausgeschlossen ist jedoch, daß die Schlußplatte allein die Substanzbrücke bildet. Der springende Punkt der Frage liegt aber meiner Meinung nach gar nicht in der Entscheidung, ob die Schlußplatte an den vorbereitenden Prozessen der medialen Hemisphärenwände, welche die Balkenbildung einleiten, beteiligt ist, sondern vielmehr darin, ob Balkenfasern in die primäre, kaum noch verdickte Schlußplatte einwachsen, denn nur in diesem Falle würde ihr jene Bedeutung zukommen, die ihr von manchen Forschern zugeschrieben wird. Daß hiervon bei der Ratte nichts zu bemerken ist und daß dies auch für das Gehirn des Menschen bislang nicht nachgewiesen ist, glaube ich gezeigt zu haben. Nebenbei sei hervorgehoben, daß eine durch das Eindringen von Balkenfasern in die Schlußplatte gesetzte Verdickung derselben ohne Vorrücken, beziehungsweise Erhebung des Hintergrundes der Mantelspalte (Lamina terminalis) und diese ohne Mitbeteilung der angrenzenden Zonen der medialen Hemisphärenwände nicht denkbar ist. Ob die Autoren, welche die Balkenfasern direkt in die Schlußplatte einwachsen lassen, stillschweigend eine Mitbeteiligung der medialen Hemisphärenwände angenommen haben oder nicht, ist aus ihren Schriften nicht zu ersehen. K. Goldstein ist der einzige, der dies als möglich hinstellt; statt aber hieraus den Schluß zu ziehen, daß diesfalls beim Aufbau des Balkens auch die medialen Hemisphärenwände in Betracht kommen, meint der Autor, daß man bestimmte Teile derselben als zur Lamina terminalis gehörend bezeichnen müßte, was aber vom morphologischen Standpunkte aus nicht zulässig ist.

Ich resümiere: Die Schlußplatte an sich ist zum mindesten bei der Ratte keine von vorneherein gegebene Bahn für den Verlauf von Balkenfasern; sie wird auch nicht dadurch dicker, daß solche einwandern. Die Lamina terminalis könnte überhaupt nur für den Aufbau eines vorderen Anteiles der wiederholt erwähnten Substanzbrücke in Betracht kommen, nicht auch für den hinteren Abschnitt derselben, da im Bereich des Randbogens die Substanzbrücke, beziehungsweise der Balken sich über der Fissura chorioidea entwickelt, wo die Schlußplatte

fehlt. Damit ist aber bewiesen, daß für die Herstellung einer Verbindung zwischen den Großhirnhemisphären behufs Commissurenbildung eine Schlußplatte nicht unbedingt erforderlich ist. Selbst wenn künftige Untersuchungen ergeben sollten, daß seitliche Anteile der Schlußplatte an dem Aufbau der Rindenleisten teilnehmen, würde dies der vorgebrachten Auffassung keine andere Richtung geben, denn es würde auch diesfalls die Lamina terminalis nur ein Gebilde darstellen, welches die präparativen Vorgänge, d. h. die Etablierung einer zelligen Substanzbrücke für den Übergang von Balkenfasern der einen Seite auf die andere unterstützt. Zur Zeit, in welcher die Balkenfasern in die Substanzbrücke einwachsen, ist die Schlußplatte als solche überhaupt nicht mehr vorhanden.

Zur Frage der akuten multiplen Sklerose und der Encephalomyelitis disseminata im Kindesalter.

Von

Professor Dr. Hermann Schlesinger

(Wien).

(Mit 8 Abbildungen im Text.)

Seit einigen Jahren steht die Frage der akuten multiplen Sklerose auf der Tagesordnung. Von einigen Autoren wird die Existenz dieses Leidens negiert, von anderen wieder behauptet. In einer schönen monographischen Arbeit hat Marburg die klinischen und anatomischen Befunde geprüft und gelangt zu dem Schlusse, daß die sogenannte akute multiple Sklerose zur echten multiplen Sklerose gehöre. Sie verdanke einer degenerativen Entzündung ihre Entstehung. Nach ihren klinischen Charakteren sei eine Abtrennung von der multiplen Sklerose untunlich, da in der Symptomatologie wie im Verlaufe eine weitgehende Übereinstimmung zwischen beiden Krankheitstypen herrsche. Neuerliche Beiträge von Völsch, Schob, Koch, Wegelin, Stadelmann-Lewandowsky, Raymond-Guevara haben weiteres Material, aber keine wesentlich neuen Fragestellungen beigebracht.

Ich hatte vor einigen Jahren Gelegenheit, einen hierher gehörenden Fall klinisch vom Beginne bis zum Tode zu beobachten und die histologische Untersuchung vorzunehmen. Herrn Hofrat Obersteiner und Herrn Dozenten O. Marburg bin ich für ihre liebenswürdige Unterstützung zu bestem Danke verpflichtet. Herr Professor Kretz war so gütig, mir die anatomischen Präparate zur Bearbeitung zu überlassen; ich danke ihm für sein freundliches Entgegenkommen bestens.

Krankengeschichte.

Franz H., 7 Jahre alt, aus Wien, aufgenommen am 6. Februar 1905 in das Kaiser Franz Joseph-Spital.

Anamnese: Die Mutter des kleinen Patienten gibt an, daß der Knabe etwa Mitte Dezember 1904 Morbillen überstanden habe. Während des Ausbruches des Exanthems sei der Kranke tief benommen gewesen. Nach Ablauf der Erkrankung war Pat. außerordentlich schwach, konnte nur mühsam stehen und gehen, war auch bei dem Gebrauche der Hände auffallend ungeschickt. Langsame Besserung dieser Beschwerden. Mittlerweile hatten sich andere eingestellt. In der letzten Woche des Jahres 1904 trat unter Stirnkopfschmerz eine rapide Abnahme des Sehvermögens ein, welche angeblich in den letzten Wochen nach Einreibungen mit Unguentum cinereum besser wurde. Andererseits wurden wieder die bereits wesentlich gebesserten Paresen der Beine schlimmer; das rechte Bein wurde nachgeschleift.

Die Mutter des Pat. ist gesund, der Vater ist Alkoholiker. Nach Angaben der Mutter scheint Pat. hereditär luetisch zu sein.

Aus dem Status praesens (aufgenommen am 6. Februar 1905) wären nachfolgende Angaben von Wichtigkeit:

Die Pupillen sind gleich weit und reagieren prompt auf Licht und Akkommodation. Im Bereiche der motorischen und sensiblen Hirnnerven, soweit die Prüfung möglich ist, keine grobe Störung mit Ausnahme des Optikus. Die ophthalmoskopische Untersuchung zeigt beiderseitige, ziemlich weit vorgeschrittene Optikusatrophie ohne Neuritis.

An den oberen Extremitäten sind weder motorische noch sensible Störungen nachweisbar, aber es besteht deutliche Ataxie.

Beide unteren Extremitäten sind schlaff gelähmt. Weder Ödeme noch vasomotorische Erscheinungen an diesen Extremitäten. Die Haut schuppend, sonst nicht verändert. Die Extremitäten sind in allen Gelenken passiv beweglich. Die Patellarreflexe beiderseits nicht auslösbar, der Achillessehnenreflex aber beiderseits gesteigert. Der Adduktorenreflex ist vorhanden. Der Kremasterreflex fehlt, der Fußsohlenkitzelreflex ist lebhaft.

Die Sensibilitätsprüfung ergibt folgendes: An der Bauchhaut bis zum Rippenbogen normales Verhalten, von da an bis zum Nabel leichte Störung in Form von Hypästhesie und Hypalgesie. Noch tiefer werden durch Einstiche und andere schmerzhafte Manipulationen nur reflektorische Zuckungen des Beines, aber keine Schmerzen ausgelöst, es fehlt sogar die Empfindung, daß eine Berührung stattgefunden hat.

Der Temperatursinn (für Wärme und Kälte) scheint bis zu den Oberschenkeln erhalten zu sein (ungenaue Angaben!).

Der Muskelsinn kann wegen Unaufmerksamkeit des Pat. nicht geprüft werden.

Es ist beinahe ständig Priapismus vorhanden.

Incontinentia alvi et urinae wird bereits seit mehreren Tagen bemerkt.

Der interne Befund ist bis auf eine Bronchitis und Zeichen einer überstandenen Rachitis normal.

Im Harn ist weder Eiweiß noch Zucker.

Therapie: Intern Jodnatrium 0·5 pro die.

Im Laufe des Monates Februar besserte sich das Sehvermögen des Kranken erheblich.

Am 9. März habe ich folgenden Befund notiert:

Pat. hat in den letzten Tagen deutlich gesprochen, an ihn gerichtete Fragen richtig beantwortet, nicht über Kopfschmerz geklagt. In den letzten Tagen ist wieder das Sehvermögen völlig verloren gegangen. Bulbusbewegungen nach allen Richtungen frei, jedoch gelangen die Bulbi beim Blicke nach rechts nicht in die Endstellungen, beim Blicke nach oben treten nystagmusartige Zuckungen auf. An beiden Gesichtshälften werden Stiche und Berührung gleich gut empfunden, tiefe Einstiche schmerzen. Stirn- und Mundfazialis werden gleich gut innerviert. Pat. hört gut. Kein Fehlschlucken, keine Regurgitation durch die Nase.

Die Kopfbewegungen sind nach allen Richtungen frei. Die Muskulatur der oberen Extremitäten ist dürftig, jedoch nicht ausgesprochen atrophisch am Schultergürtel, Ober- und Vorderarm. Die kleinen Handmuskeln scheinen beiderseits, namentlich rechts, abgemagert. Die Hand wird in mäßiger Beugestellung gehalten; diese Handstellung wird auch bei forcierter Streckung der Finger nicht verändert. Spreizung und Adduktion der Finger möglich, Opposition des Daumens gelingt höchst mangelhaft.

Die Spreizung der Finger der linken Hand erfolgt nur sehr unvollkommen. Alle übrigen Bewegungen der linken oberen Extremität, auch die des Daumens frei.

Alle Bewegungen werden links mit größerer Kraft als rechts ausgeführt.

Biceps- und Tricepsreflexe beiderseits lebhaft, Vorderarmperiostreflexe nicht auslösbar.

Das Abdomen ist ziemlich stark aufgetrieben. Versucht Pat., sich aufzurichten, spannen sich die Bauchdecken auf beiden Seiten gleich stark an. Der Nabel wird bei ruhiger Atmung oder bei Anspannung der Bauchdecken seitlich verzogen.

Die Bauchdeckenreflexe fehlen.

Beide unteren Extremitäten hochgradig paretisch, die linke fast vollkommen gelähmt, die rechte kann noch ganz kleine Exkursionen ausführen. Keine Muskelatrophie an den Beinen, aber Rigidität.

Der Patellar- und Achillessehnenreflex links sehr lebhaft. Rechts ist der Patellarreflex schwach. Andeutung von Fußclonus beiderseits.

Fußsohlenkitzelreflexe lebhaft. Das Babinskische und Oppenheimsche Zehenphänomen deutlich (dorsalwärts gerichtet).

Hochgradige Hypästhesie an beiden unteren Extremitäten, jedoch erkennt Pat. noch die berührte Extremität, ohne genauer zu lokalisieren. Lagevorstellung und Gefühl für passive Bewegungen sind anscheinend verloren gegangen.

Am Rumpfe kann Pat. in der Regel bei genügender Aufmerksamkeit Stich und Berührung unterscheiden und lokalisieren. Die taktile Sensibilität scheint aber erst von der Höhe des Rippenbogens an nach aufwärts zu

normal zu sein. Geht man bei der Prüfung von oben nach abwärts bis zum Knie, so kann Pat. einfache Berührung und Stich unterscheiden. Ausgesprochene Ataxie bei Bewegungen der linken oberen Extremität. Tast- und Schmerzempfindung an den oberen Extremitäten nicht grob gestört.

Incontinentia urinae et alvi.

11. März: Wiederholtes Erbrechen, ausgesprochene Schlafsucht.

18. März: Zurückbleiben des rechten Mundfacialis. Kein Fehlschlucken. In den letzten Tagen Erbrechen.

27. März: Das linke Bein wird auffallend gut aktiv (in allen Gelenken) bewegt, das rechte nur schwach, sonst Nervenbefund der gleiche.

3. April: Ausgesprochene Ataxie der oberen Extremitäten. Starker Strabismus convergens.

7. April: Läsion des linken Acusticus. Fehlende Knochenperception auf der linken Seite.

11. April: Strabismus in Zunahme. Ptosis links sehr deutlich.

14. April: Ptosis links noch bedeutend zugenommen, Conjunctivitis und Blepharitis. Sprache sehr langsam und undeutlich.

In den folgenden zwei Wochen verschlechterten sich Ptosis und Sprache noch mehr.

4. Mai: Linksseitige Abducenslähmung. Ptosis verschwunden.

10. Mai: Pat. fiebert und klagt über Schmerzen in der Kreuzgegend. In der Gegend vom oberen Rande des Os ilei bis zum oberen Teile des Femur sieht man eine Rötung, bei Betastung fühlt man deutliche Fluktuation und große Spannung. Schmerzhaftigkeit ist nicht zu konstatieren, da die linke Seite ganz paretisch ist. Transferierung auf den Erysipelsaal.

20. Mai: Pat. kommt vom Erysipel geheilt zurück, ist munter, hat guten Appetit. Seine Sprache wird immer undeutlicher.

20. Juni: Die rechte obere Extremität ist kälter als die linke und man bemerkt ferner in ganz geringem Maße Zittern an derselben, das beim Ergreifen eines Gegenstandes stärker wird.

Am 7. Juli konnte ich folgenden Status erheben:

Pat. ist zumeist ziemlich ruhig, jedoch schreit er bisweilen ohne erkennbare Veranlassung längere Zeit; er ißt immer gut, kein Kopfschmerz. Er spricht kaum verständlich. Kein Erbrechen, nie Pulsverlangsamung, keine epileptischen Anfälle. Strabismus convergens. Lähmung der beiden Abducentes. Beim Blick nach abwärts bleibt der linke Bulbus zurück. Beide Pupillen sind weit. Die Sehkraft ist auf ein Minimum herabgesetzt, selbst auf eine Entfernung von einem Fuß öfters Irrtum im Fingerzählen. Portio minor trigemini funktioniert gut. Tiefere Einstiche werden an allen Teilen des Gesichtes empfunden, Spitzig und Stumpf unterschieden. Cornealreflexe beiderseits auslösbar. Der rechte Mundfacialis wird schlechter innerviert als der linke, der Stirnfacialis wird beiderseits gut innerviert. Die Zunge weicht nach rechts ab; beim Vorstrecken derselben ist auffallend, daß sie, namentlich links, schmal ist; keine fibrillären Zuckungen.

Beim Trinken Herausfließen der Flüssigkeit auf der rechten Seite. Keine Regurgitation durch die Nase, aber öfters Fehlschlucken. Das Gaumensegel wird links besser gehoben als rechts. Der Pat. hält dauernd

den Kopf nach rechts gewendet und dreht ihn, wenn man ihn nach links dreht, nach rechts zurück. Nackenmuskulatur dauernd kontrahiert. In der letzten Zeit Zittern der rechten oberen Extremität auffallend. Das Zittern wird sehr viel stärker, wenn Pat. etwas ergreifen will (Intentionstremor). Wird die Aufmerksamkeit von dieser seiner Extremität abgelenkt, wird das Zittern geringer. Pat. hält die rechte obere Extremität in Kontraktionsstellung, stark gebeugt im Ellbogengelenk; der Daumen ist in die Hohlhand eingeschlagen, die Finger sind kontrahiert. Eine Streckung der rechten oberen Extremität geht nur unter erheblicher Gewaltanwendung vor sich. An der linken oberen Extremität sind die Kontrakturen nicht annähernd so ausgesprochen.

Muskelatrophien sind an den oberen Extremitäten nicht zu bemerken. Die rechte obere Extremität auffallend kühl. Die rechte Hand wird leicht blau, aber nicht ödematös. Die Sehnenreflexe an den oberen Extremitäten bedeutend gesteigert. Pat. kann infolge der schwachen Rumpfmuskulatur nicht allein sitzen. Die Schultergürtelmuskulatur ist beinahe konstant in Kontraktur, namentlich rechts. Cucullaris und Pectoralis major auffällig kontrahiert.

Bauchdeckenmuskulatur ziemlich weich, spannt sich beim Erheben an, Nabel weicht nach rechts ab. Bauchdeckenreflexe sind nicht hervorzurufen.

Die beiden unteren Extremitäten sind ziemlich gut entwickelt im Bereiche der Oberschenkel, die Wadenmuskulatur dagegen beiderseits recht dürftig. Der Pat. kann aktiv das linke Bein im Hüft-, Knie- und Sprunggelenk biegen; die Zehenbewegungen scheinen nur im geringen Grade durchführbar zu sein. Er kann auch aktiv, jedoch nur mit großer Anstrengung das rechte Bein im Hüft-, Knie- und Fußgelenk abbiegen. Die Kraft in den unteren Extremitäten sehr gering. Die Patellarsehnenreflexe sind beiderseits lebhaft. Fußclonus beiderseits angedeutet. Keine auffallend spastische Erscheinung an den unteren Extremitäten. Keine fibrillären Zuckungen, keine Kontrakturen. Babinskisches Phänomen vorhanden; die große Zehe geht beiderseits dorsal. Fußsohlenkitzelreflex ist lebhaft. Pat. kann nicht stehen. Die Haut an beiden unteren Extremitäten ein wenig ödematös, starke Behaarung der unteren Extremitäten. Es besteht Incontinentia urinae et alvi. Pat. meldet auch nicht den Stuhlgang und erklärt, daß er ihn nicht fühle.

Tiefe Einstiche schmerzen an der ganzen linken unteren Extremität; Berührungen werden als nicht schmerzhaft angegeben. Bedeutende Hypalgesie an der rechten unteren Extremität; auch tiefe Einstiche werden als nicht schmerzhaft empfunden, jedoch erfolgen bei geringen Berührungen reflektorische Abwehrbewegungen. Hypalgesie auf der rechten Seite der Bauch- und Rumpfhaut; die Hypalgesie scheint sich in der Gegend der Mamma zu verlieren. Bestimmte Angaben nicht zu erhalten. Hypalgesie links auf der Bauch- und Rumpfhaut nicht zu konstatieren. Temperaturempfindung im Bereiche der ganzen rechten Körperhälfte, sowohl am Rumpfe als auch an den Extremitäten normal.

22. Juli: Pat. gedeiht körperlich, die nervösen Erscheinungen nehmen aber zu.

24. Juli: Pat. wurde wegen Scharlachverdachtes auf die Infektionsabteilung transferiert. Temperatur 38, Puls 124. Am ganzen Körper, besonders an den unteren Extremitäten und im Nacken, ein intensiv rot gefärbtes, aus dicht stehenden Stippchen bestehendes Exanthem, Harndrang, leichte Drüsenschwellung in der Halsgegend. Die rechte Fußsohle zeigt ein derbes Ödem. Nasenschleimhaut ziemlich stark gerötet, Tonsillen ziemlich gerötet, spärliche Pfröpfe. An der Zunge ein ziemlich dichter weißer Belag, der teilweise von den vergrößerten Papillen durchbrochen ist.

28. Juli: Afebril. Das Exanthem an den unteren Extremitäten noch lebhaft.

29. Juli: Exanthem abgeblaßt.

15. August: Die Temperatur stieg gestern plötzlich auf 40·2. Tonsillen geschwollen, auf denselben ein zusammenhängender nekrotischer Belag. In der Kultur Diphtherie positiv.

18. August: Der Belag beginnt sich abzustoßen.

20. August: Rachen normal.

11. September: Seit zwei Tagen kein Stuhl.

Am 13. September habe ich folgenden Befund aufgenommen:

Gesichtsausdruck lächelnd. Gesichtsmuskulatur wird nicht verzogen. Kopf wird nach rechts geneigt gehalten und ist durch Kontraktur von Muskeln fixiert. Augenbewegungen frei. Sprache langsam, skandierend. Zunge gerade vorgestreckt. Tonsillen vergrößert. Gaumen prompt innerviert. Zähne nach Typus Hutchinson. Die rechte obere Extremität wird im Ellbogen gebeugt gehalten, es besteht ausgesprochene Kontraktur, ebenso Kontrakturen im Gebiete der Carpo-Metakarpalgelenke. Beim Versuch, die Extremität zu strecken, entsteht grobwelliger Tremor. Muskulatur schlaff, Beugemuskulatur im Zustand der Hypertonie. Biceps- und Tricepsreflex schwach auslösbar. Beide oberen Extremitäten werden nicht nur in Flexionsstellung, sondern auch in leichter Abduktion gehalten. Die Kontraktur kann von dem Pat. selbst durch starke Innervation überwunden werden. In der linken oberen Extremität besteht ein leicht zu überwindender Rigor, der Arm wird meist im Ellbogengelenk gebeugt gehalten, ohne daß Kontraktur besteht, willkürliche Bewegungen sehr langsam. Im Gebiete der Fingergelenke wird eine Reihe von langsamen Beuge- und Streckbewegungen ausgeführt. Biceps- und Tricepsreflex vorhanden und auslösbar. Rechte untere Extremität schlaff und paretisch. Der Fuß wird plantar flektiert und in Supinationsstellung gehalten. Im Kniegelenk bei Hüftgelenksbeugung leichter Rigor. Im Hüftgelenk wird das Bein nach einwärts rotiert und leicht adduziert gehalten. Patellarreflexe nicht auslösbar. Bei Auslösung des Achillessehnenreflexes Abduktionsbewegung der Zehe durch gleichzeitige Bewegung der Peronaei. Fußclonus in seiner Intensität wechselnd. Sensibilität erhalten.

Haut ziemlich kühl, trocken, glänzend. Kryptorchismus beiderseits. Starke Übererregbarkeit der Muskulatur im Gebiet des Fußes.

Die linke untere Extremität kann selbständig im Knie- und Hüftgelenk gebeugt werden, befindet sich in Spitzfußstellung. Patellarreflexe leicht gesteigert. Muskulatur übererregbar. Fußclonus deutlich. Keine Sensibilitätsstörungen. Blasen- und Mastdarmstörungen.

30. September: Pat. liegt viel ruhiger als früher, spielt nicht mehr, hält den Kopf schief und etwas steif, schluckt ungern.

2. Oktober: Rasche Verschlimmerung des Zustandes, anscheinend durch Hinzutreten bulbärer Symptome. Puls ziemlich schwach.

3. Oktober: Sensorium vollkommen benommen. Pat. spricht in den letzten Tagen gar nicht mehr, bis vor kurzem undeutliches Lallen, keine deutliche Wortbildung. Beide Bulbi stehen parallel, häufige nystagmusartige Zuckungen beim Blicke nach rechts. Rechter Mundfacialis etwas paretisch, Stirnfacialis beiderseits gleich innerviert. Stiche in die Wangen- und Stirnhaut schmerzen auf beiden Seiten. Bei feinen Berührungen der Lider, der Wangen keine Abwehrbewegungen. Cornealreflex auslösbar.

Der Mund ist krampfhaft geschlossen. Das Schlucken war bis vorige Woche ungestört, jedoch war das Kauen doch erschwert.

In den letzten Monaten waren zeitweilig erhebliche Schluckbeschwerden vorhanden, jedoch nie Regurgitation durch die Nase, Fehlschlucken häufig.

Auch jetzt, wie in den früheren Monaten, häufig Zitterbewegungen der oberen Extremitäten, der im Ellbogengelenk stark gebeugten und abduzierten rechten Extremität, während die in gleicher Stellung befindliche linke ruhig bleibt.

Keine Muskelatrophie an den oberen Extremitäten; Biceps- und Tricepsreflexe gesteigert.

Bauchmuskulatur bretthart gespannt, während die Rückenmuskulatur nicht gespannt ist und der Kopf beim Vorwärtsheben hilflos zurückfällt.

Schon seit Monaten Incontinentia alvi et urinae. Katheterismus war nie erforderlich.

Die Muskulatur der Beine gut entwickelt. Der rechte Fuß ausgesprochen supiniert. Equinusstellung beiderseits. Keine Spasmen an den unteren Extremitäten.

Pat. hat noch in den letzten Wochen beide Extremitäten vollständig strecken und beugen können.

Fußclonus beiderseits nachweisbar. Patellarreflex beiderseits erheblich gesteigert, ebenso Adduktorenreflex.

Babinskisches und Oppenheimsches Phänomen beiderseits deutlich vorhanden.

Bei tiefen Stichen und Kneifen der Haut der unteren Extremitäten erfolgen Abwehrbewegungen.

Berührung der Haut am ganzen Körper ruft starke Rötung hervor.

Trophische Störungen der Knochen und Gelenke nicht nachweisbar.

Bauchdeckenreflex fehlt beiderseits vollkommen. Kremasterreflex nicht auslösbar. Fußsohlenreflex lebhaft.

Über den Lungen nichts Abnormes zu hören.

9. Oktober: Pat. bleibt in demselben Zustand der Bewußtlosigkeit Alle Rigidität ist verschwunden. Der Puls ist sehr schwach, nur am Herzen zählbar.

Tod.

Sektionsbefund. Klinische Diagnose: Sclerosis multiplex.

Anatomische Diagnose (Professor Kretz): Sclerosis multiplex incipiens Pneumonia lobularis. Nephrolithiasis.

Körper von entsprechender Größe, gut genährt. Allgemeine Decke blaß, mit diffusen Totenflecken. Conjunctiva und Mundschleimhaut blaß. Kurzer Hals, gewölbter Thorax. Abdomen im Niveau des Thorax.

Schädeldach mesocephal, dünnwandig mit ausgesprochenen Impressiones digitatae im mittleren Teile über der Höhe der Konvexität, ohne Formanomalie. Die Pfeilnaht im vorderen Abschnitt uneben, nahezu ganz verstrichen. Die Dura dünn, gespannt, innen glatt. Innere Meningen mäßig blutreich, auch an der Basis. Arterien dünnwandig, Hirn teigigweich, von mittlerem Blutgehalte. Im Meditullium da und dort ganz leicht einsinkende, unscharf begrenzte, eine Spur rötlich gefärbte Herde. Ventrikel etwas erweitert, enthalten klare Flüssigkeit. Medulla spinalis makroskopisch normal gezeichnet und gefärbt.

An den Halsorganen nichts Ungewöhnliches. Lungen frei, ziemlich blutreich, mäßig durchfeuchtet, lufthältig, nur in den hinteren Anteilen beider Unterlappen auf dunklerem Grunde einzelne bis kirschengroße gekörnte, etwas über die Schnittfläche vorgewölbte graurötliche Herde, die rechts konfluieren.

Herz von gewöhnlicher Größe, enthält in seinen Höhlen flüssiges und geronnenes Blut. Seine Klappen und die innere Auskleidung zart, sein Fleisch braunrot, fest.

Leber von gewöhnlicher Größe, sehr blutreich. Milz etwas vergrößert, derb, mit reichlichen Follikeln. Pulpa nicht abstreifbar. Nieren sehr blutreich. Im Nierenbecken, dessen Schleimhaut deutliche Gefäßzeichnung zeigt, deutliche kleine bis linsengroße, scharfkantige gelbbraune Steinkonkremente und Sand. In der Harnblase stark getrübter Harn, Schleimhaut verdickt, blaß.

Magen und Darm zeigen normale Verhältnisse.

Histologischer Befund.

Hirn und Rückenmark wurden in Müller-Formolmischung gehärtet. Die Schnitte wurden nach Weigert-Pal, mit Cochenillekarmin, mit Hämalaun oder nach van Gieson gefärbt. Aus dem Rückenmarke wurden aus den verschiedensten Höhen Schnitte zur Marchi-Färbung entnommen; Nissl-Präparate wurden aus drei Rückenmarkshöhen angefertigt.

Die Durchmusterung der Präparate ergab folgenden Befund:

Das Sakralmark erscheint normal.

Schnitte aus dem unteren Lumbalmarke zeigen ein nur wenig der Norm gegenüber verändertes Bild. Die ventralen Abschnitte der Hinterstränge sind etwas faserärmer und gliareicher. Der übrige Querschnitt ist normal. Auch Marchi-Präparate lassen keine weitere Veränderung erkennen.

Im oberen Lumbalmarke sind mehrere Veränderungen vorhanden. Es ist beiderseits in den Pyramidenbahnen eine starke Aufhellung (an Weigert-Präparaten) kenntlich (sekundäre Degeneration). Kleine Herde sind im Vorderstrange, und zwar im Vorderstranggrundbündel, sichtbar. Sie sind von geringer Höhenausdehnung, nicht scharf begrenzt, liegen nicht symmetrisch. In beiden Herden sind spärliche Querschnitte wohlerhaltener Nervenfasern und vereinzelte Nervenfaserquerschnitte mit blaßem, sehr schmalem Markmantel („Markschatten") sichtbar. Durch den einen Herd ziehen die

vorderen Wurzeln, werden zum größten Teile komplett, vereinzelte zum Teil marklos. Die vorderen Wurzeln erscheinen aber nicht verändert. Dieser Herd liegt um ein stark gefülltes Gefäß herum, dessen Adventitialscheide aber nicht mit Fettkörnchenzellen erfüllt ist. Im markarmen Gebiete ist eine starke Gliawucherung nachweisbar. Auch an verschiedenen anderen Stellen des Querschnittes sieht man auffallend weite Gefäße, die an manchen Stellen von einem breiteren Gliastreif umgeben sind.

Schon eine kurze Distanz höher (oberstes Lumbalmark) ändert sich rasch das Bild. In dieser Höhe und von da aufwärts treten zahlreiche Herde

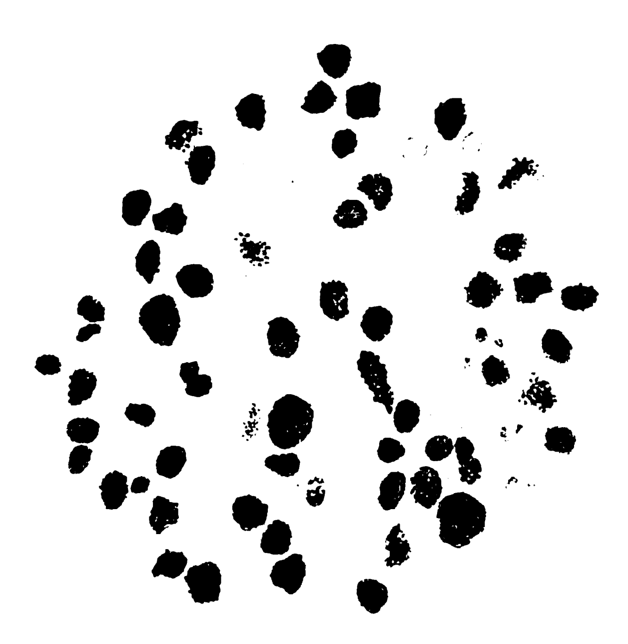


Fig. 1. Körnchenzellen aus einem frischeren Herde (Marchi-Färbung).

an den verschiedensten Stellen des Querschnittes auf; sie haben in der Regel nur geringe Längenausdehnung und sind von sehr wechselnder Größe. Die graue Substanz wird fast ganz verschont. Eine genaue Beschreibung der Querschnitte erscheint wegen des rasch wechselnden Aussehens untunlich.

Wir möchten hervorheben, daß die nach Marchi gefärbten Schnitte das Vorhandensein sehr umfangreicher jüngerer degenerativer Prozesse erkennen lassen (Fig. 1). Relativ geringfügig noch in dem obersten Lumbalmarke, sind sie bereits sehr mächtig und ausgedehnt im untersten Dorsalmarke. Man findet dort neben rezenten Herden noch (absteigende?) Degenerationen in dem Gebiete der Pyramidenseitenstrang- und Pyramidenvorderstrangbahn.

Das von diesen Bahnen okkupierte Territorium ist von schwarzen Schollen und Fettkörnchenzellen erfüllt. Auf einer Seite geht der Prozeß der Markschollen- und Fettkörnchenzellenbildung aber weit über das Gebiet der Pyramidenbahnen hinaus und okkupiert auch die ventralen Abschnitte der Seitenstränge. Die in denselben verlaufenden Gefäße treten durch Ansammlung großer Mengen schwarzgefärbter Fettkörnchenzellen deutlich hervor. Auch sieht man in der benachbarten grauen Substanz an der Basis des Hinterhorns Gefäße, deren Adventitialscheide strotzend mit schwarz gefärbten zelligen Elementen erfüllt ist.

Im Hinterstrange befindet sich ein oval konfigurierter Herd, der bis an die hintere Commissur reicht, von den Hinterhörnern und der dorsalen Peripherie des Rückenmarks durch normal aussehende weiße Substanz geschieden ist. Im Zentrum des Herdes befindet sich ein mächtiges, im



Fig. 2.

Septum annähernd horizontal verlaufendes Gefäß, welches schon mit freiem Auge als schwarzer Strich kenntlich ist. Entlang dem Gefäße sind erstaunlich große Mengen schwarz gefärbter Fettkörnchenzellen angehäuft, während in der näheren Umgebung des Gefäßes nur vereinzelte Markschatten sichtbar sind, deren Markscheiden fast völlig verschwunden sind, und die Glia stark gewuchert ist.

Das Übergreifen der degenerativen Prozesse auf Territorien, die nicht zu demselben Strangsystem gehören, das unvollständige Ergriffensein des Areales anderer Systeme erwecken die Vermutung, daß ein Teil der Veränderungen, die wir an Marchi-Präparaten sehen, nicht auf Rechnung sekundärer Degenerationen zu setzen sei, sondern degenerativ-myelitische Herde seien (funikuläre Myelitis, Henneberg).

Diese Vermutung wird durch die Befunde im mittleren Brustmarke verstärkt. Daselbst sind an Marchi-Präparaten Veränderungen des ganzen Querschnittes zu sehen. Im Bereiche der ganzen weißen Substanz findet man beinahe gleichmäßig Markschollenbildung und Fettkörnchenzellen Nur einige schmale Zonen (eine kleine Randzone an der Fissura anterior, eine

kurze Strecke entlang dem hinteren Septum, kleine Territorien in den Seitensträngen) zeigen weniger intensive Veränderungen. Eine sehr große Zahl von stark mit Blut gefüllten Gefäßen ist auf dem Querschnitte sichtbar. Zumeist ist im weiteren Umkreise um die Gefäße ein sehr weiter leerer Raum; unmittelbar um die Gefäße herum sind aber äußerst zahlreiche Fettkörnchenzellen angeordnet. Auch die in der Fissura anterior verlaufenden Gefäße, die zur Pia hinziehenden Venen erscheinen ganz schwarz gefärbt und auch in der Pia selbst sind sehr viele dunkel gefärbte Zellen zu sehen. Auch die Gefäße in der grauen Substanz des Rückenmarks zeigen durchwegs die gleichen Veränderungen wie die in der weißen.

An Weigert-Pal-Präparaten aus dieser Höhe (Fig. 2) ist bemerkenswert, daß ein sehr erheblicher Faserschwund in der breiten Randzone rings



Fig. 3.

fast um das ganze Rückenmark herum erkennbar ist. Auch der übrige Querschnitt läßt eine sehr beträchtliche Abnahme markhaltiger Nervenfasern erkennen. Der größte Teil des Querschnittes aber zeigt das Bild der Markschattenbildung. Die markhaltigen Fasern sind schwach gefärbt. Inmitten des dekolorierten Bildes fallen einige kräftig (normal) gefärbte Faserzüge in der vorderen Commissur und in der Wurzeleintrittszone schon durch den Kontrast auf.

An van Gieson-Präparaten ist die Zahl der markhaltigen Fasern größer, als man nach der Hämatoxylintinktion erwarten würde, jedoch sieht man auch zahlreiche degenerative Prozesse. An vielen Stellen erscheinen die Achsenzylinder wie gebläht, dabei schlecht gefärbt, oder es sind die Markscheiden bei normalen Achsenzylindern blasig aufgetrieben. An anderen Orten sind reichlich leere Maschen vorhanden (areolierter Bau); daneben sind nackte, normal starke oder geblähte Achsenzylinder getroffen. Die Markschattenfasern präsentieren sich bei dieser Tinktion oft als Fasern mit

wesentlich reduziertem Markmantel, aber unverändertem Farbentone des Markmantels und der Faser. Viele aber sind auch tinktoriell verändert. Ein sehr blaßer, dünner Markmantel umgibt den undeutlich begrenzten, schwach gefärbten und gequollenen Achsenzylinder. An einigen Stellen ist der größte Teil des Gesichtsfeldes von derartig veränderten Fasermassen eingenommen.

Auch im oberen Brustmarke und im ganzen Halsmarke (Fig. 3) kann man öfters konstatieren, daß die veränderten Stellen nicht genau dem Territorium von Strangsystemen entsprechen. So sieht man im oberen Brust- und



Fig. 4.

unteren Halsmarke an Marchi-Präparaten in den Hintersträngen einen nahezu ovalen Herd, der den größten Teil der Gollschen Stränge mit Ausnahme der dorsalen Teile und die mediansten Abschnitte der Burdachschen Stränge okkupiert. Der Herd reicht bis an die hintere Commissur heran. Im Bereiche desselben sind reichliche Fettkörchenzellen vorhanden und die Gefäßscheiden durch ihre Anhäufung schwarz gefärbt. In den nächst höheren Segmenten beschränkt sich wieder der Prozeß mehr auf die Gollschen Stränge, nahezu in typischer Weise wie bei aufsteigender Degeneration, jedoch ist auch in den benachbarten Teilen der Burdachschen Stränge fleckweise Aufhellung sichtbar. In letzteren sind reichliche Markschatten zu sehen.

Ist in den Hintersträngen ein Teil der Veränderungen nicht als aufsteigende Degeneration anzusprechen, so gilt dies nicht minder von den

Seitensträngen. Im oberen Halsmarke ist eine Pyramidenbahn nicht schwer verändert, während auf der anderen Seite der ganze Seitenstrang von einem großen Herde eingenommen ist, der bis in den Vorderstrang hinüberreicht und nur eine sehr schmale Randzone um ein Vorderhorn freiläßt. Trotzdem sind eine kurze Strecke tiefer kaudalwärts beide Pyramidenbahnen frei und wieder eine kurze Strecke weiter schwer geschädigt, anscheinend degeneriert, jedoch nicht in voller Ausdehnung; auch hier greift der degenerative Prozeß auf das Nachbargebiet über.

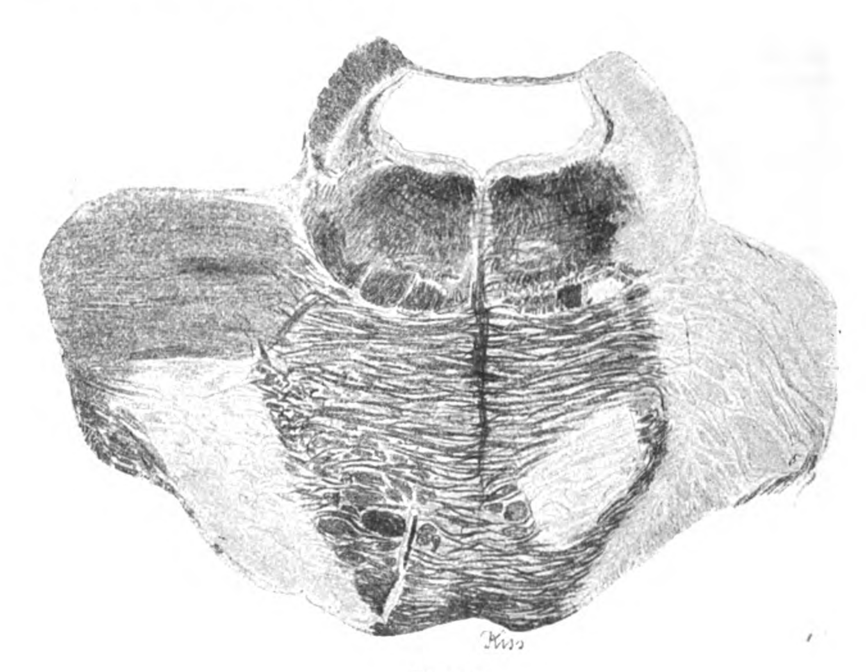


Fig. 5.

Neben diesen auf den ersten Blick systematisch scheinenden Degenerationen sind auf dem Querschnitt fast immer kleinere Herde sichtbar, die den Verdacht einer Strangerkrankung nicht aufkommen lassen, scharf begrenzt sind, kompletten Markschwund oder Markschattenbildung aufweisen, mehr minder reichlich Fettkörnchenzellen und Markschollen enthalten und nur kurze Höhenausdehnung besitzen. So sind kleine Herde in der weißen Substanz um die Vorderhörner im oberen Halsmark vorhanden, finden sich im mittleren Halsmarke Herde an der Peripherie in der Gegend des Gowersschen Bündels, beiderseits symmetrisch angeordnet.

Die Gliawucherung ist, namentlich in den älteren Herden, eine sehr intensive. Ein- und auch mehrkernige Spinnenzellen sind reichlich vorhanden.

In der Medulla oblongata (Fig. 4) sind zumeist größere Herde mit Markschattenbildung vorhanden. Sie okkupieren in den unteren Abschnitten fast vollkommen symmetrisch die ventralen Anteile und nehmen einen großen Teil des Querschnittes ein. Auch das Corpus restiforme wird beiderseits in Herde einbezogen, von denen einer bis in das Brachium conjunctivum reicht. Mehrmals sind nebeneinander ganz marklose und Markschatten zu bemerken.

Ein sehr großer Herd geht fast durch die Brücke (Fig. 5) hindurch und betrifft die ganze laterale Hälfte einer Seite, und zwar sowohl die ventralen

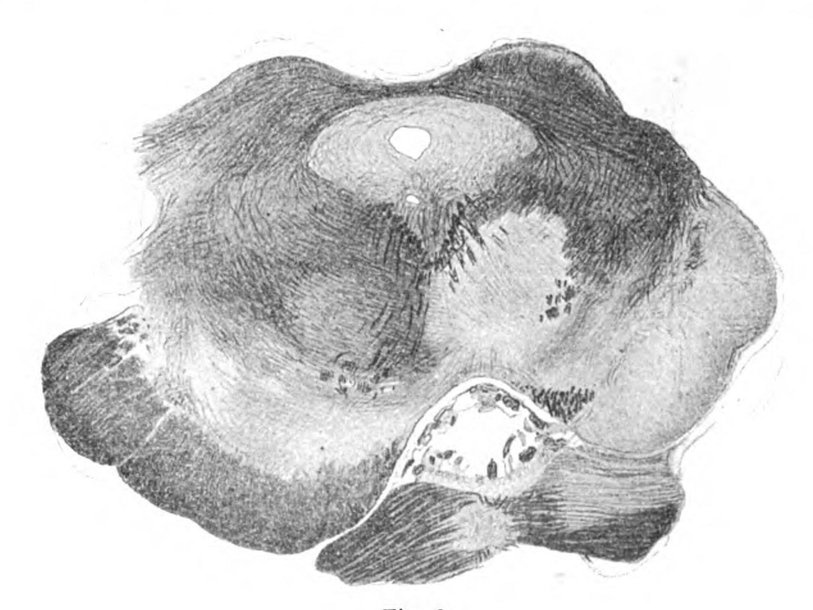


Fig. 6.

als auch die dorsalen Abschnitte. Die schwerer erkrankte Brückenhälfte scheint ein wenig verkleinert zu sein.

Im Großhirn sind zahlreiche größere und kleinere Herde, jedoch tritt in diesen die Markschattenbildung wesentlich zurück.

Die Herde im Großhirn sind im Hemisphärenmark, ebenso wie im Cortex gelegen. Auch in der inneren Kapsel und den Großhirnstielen sind Herde vorhanden; die Pyramidenbahn einer Seite ist schwer verändert. Auf dieser Seite ist der Querschnitt auffallend asymmetrisch. Es scheint die affizierte Hälfte des Hirnstammes verkleinert zu sein (Fig. 6).

Sehr ausgesprochene Veränderungen sind im Kleinhirn erkennbar. Im Hemisphärenmark in dem Vließ des Nucleus dentatus und im Brachium conjunctivum sind größere und kleinere Plaques, marklose wie Markschattenherde eingesprengt.

Die austretenden motorischen Hirnnerven lassen an Weigert-Pal-Präparaten keine sekundären Degenerationen erkennen, wenn auch ihr medullärer Anteil marklos ist oder nur aus Markschattenfasern besteht. Jedoch erstreckt sich der Markverlust an manchen Stellen noch in den Nerven nach Austritt aus dem Marke, z. B. beim Hypoglossus, Facialis. Allerdings ist schon nach ganz kurzer Entfernung des Nerven von der Medulla oblongata wieder das normale Aussehen gewonnen. Bei anderen Nerven, wie beim Oculomotorius und Abducens, ist der extramedulläre Anteil ganz intakt,



Fig. 7.

obgleich die austretenden Fasern bis zu ihrem Austritt durch schwer erkranktes Gebiet ziehen.

Im Tractus opticus (einer Seite) ist ein Teil des Nervenquerschnittes vollkommen marklos geworden; der Herd ist sehr scharf abgegrenzt. Leider ist nur ein Teil des Chiasma nerv. opticorum mitgeschnitten. Dieser Teil zeigt das Bild eines typischen Markschattenherdes (Fig. 7).

Auch in dem austretenden Nervus trigeminus einer Seite ist ein markloser Herd vorhanden, der sich aber nur mehrere Millimeter weit von der Medulla oblongata erstreckt (dann Markschattenherd ist).

Sehr schwer sind die Veränderungen im ganzen Acusticusgebiet beider Seiten. In der ganzen Acusticuskerngegend sind sehr große Herde, die eine völlige Entmarkung aller Nervenfasern herbeigeführt haben. Die eine austretende Acusticuswurzel ist an Weigert-Pal-Präparaten kaum zu erkennen, da sie vollkommen marklos ist; aber auch sie erhält in kurzer Entfernung von der Medulla oblongata wieder ihr Mark. Auf der anderen Seite ist im extramedullären Teil der Acusticuswurzel ein Markschattenherd.

Kurz zusammengefaßt handelte es sich in meinem Falle um einen 7jährigen, wahrscheinlich hereditär luetischen Knaben, der während einer morbillösen Affektion tief benommen war, sich auf kurze Zeit erholte und 2 Wochen nach Ablauf der Morbillen unter Sehstörungen neuerlich erkrankte. Die weiteren Krankheitserscheinungen waren im allgemeinen trotz kurzer Remissionen progredient; die Progression der Symptome erfolgte zumeist schubweise. Es entwickelten sich spastische Lähmungszustände an den unteren Extremitäten, später auch Paresen mäßigen Grades neben Ataxie an den oberen, hochgradige Sensibilitätsstörungen im Bereiche der unteren Körperhälfte, Blasen-, Mastdarmstörungen, Priapismus. Die initiale Opticusneuritis führte zu kompletter Amaurose. Die Sprache wurde skandierend, sub finem vitae kaum verständlich. Das Gehör nahm ständig ab, es bildeten sich Augenmuskellähmungen und Facialislähmung aus. Unter zunehmender Demenz kam es nach 10monatlicher Krankheitsdauer ad exitum. Fieber fehlte mit Ausnahme der Dauer interkurrenter Affektionen (Erysipel, Scarlatina, Angina) und der terminalen Pneumonie.

Die Autopsie ergab das Vorhandensein zahlreicher kleinerer und größerer Herde im Rückenmark, in der Medulla oblongata, dem Hirnstamm, in dem Kleinhirn und Großhirn. In den Herden bestand mehr oder minder stark vorgeschrittener Zerfall von Nervensubstanz. In vielen Herden war neben vereinzelten nackten Achsenzylindern noch ein eigenartiger Markscheidenschwund („Markschattenbildung") vorhanden. Die Ganglienzellen waren wenig geschädigt, sekundäre Degenerationen relativ schwach entwickelt, die Glia stark gewuchert. Die Herde betrafen regellos weiße und graue Substanz, waren ziemlich scharf abgegrenzt, manchmal symmetrisch gelagert.

Wie bereits bei Beschreibung der Schnitte erklärt wurde, kann man verschiedene Herde unterscheiden. In einigen derselben ist die Nervensubstanz zum größten Teile zugrunde

gegangen, sind auch nackte Achsenzylinder nur in vereinzelten Exemplaren zu sehen. In diesen Herden sind reichliche Fettkörnchenzellen nachweisbar und die Adventitiascheiden der sonst nicht schwer veränderten Gefäße mit diesen Zellen vollgepfropft. Die Glia ist in vielen dieser Herde sehr stark gewuchert.

Eine zweite Art von Herden weist eine weitgehende Übereinstimmung mit denen bei multipler Sklerose auf. Diese Herde sind an Weigert-Pal-Präparaten ungefärbt, lassen eine gewaltige Gliawucherung erkennen, führen nackte Achsenzylinder, haben aber keine Fettkörnchenzellen, sind also wohl älteren Datums; sie finden sich allerorts, grenzen auch mehrfach unmittelbar an die gleich zu besprechenden Herde an.

Eine dritte Kategorie von Veränderungen läßt sich an fast allen Teilen des Zentralnervensystems erkennen. Die veränderten Stellen sind scharf abgegrenzt und an Weigert-Pal-Präparaten auch mit freiem Auge deutlich wahrzunehmen. Auf den ersten Blick rufen sie den gleichen Eindruck hervor wie die typischen Veränderungen der multiplen Sklerose. Auf dem Querschnitte sind helle Flecke von unregelmäßiger Begrenzung sichtbar, an deren Rand die Faserzüge anscheinend jäh unterbrochen sind. Bei näherer Betrachtung aber bemerkt man, daß an Weigert-Pal-Präparaten im Bereiche der Veränderungen viele Gebilde mit einem ganz schwach blauen Farbenton gefärbt sind, während bei der typischen multiplen Sklerose bei dieser Färbung die veränderten Stellen ganz weiß, respektive ungefärbt erscheinen. In unserem Falle sind Faserzüge deutlich erkennbar, wenn auch nur in schattenhaften Konturen und sehr schwach gefärbt. Die Faserzüge entsprechen ihrer Anordnung und Lage nach normalen Bahnen (Fig. 8).

Es gibt Übergänge zur normalen Färbung, in den meisten Herden ist aber der Farbenton überaus charakteristisch. Die Faserzüge erscheinen mitunter gerade so stark, wie an Kontrollpräparaten, oft sind sie aber erheblich faserärmer als normale Schnitte der gleichen Gegend. Bei näherer Betrachtung findet man an Präparaten verschiedener Färbung, daß die Farbenveränderung nicht einer verminderten Tinktionsfähigkeit des Markmantels bei gleichbleibender Markmasse zugeschrieben werden kann, da derselbe regelmäßig auch ein abnormes Aus-

sehen darbietet. Der Achsenzylinder erscheint entweder normal oder ist leicht gebläht, seltener verschmälert; der Markmantel ist regelmäßig verschmälert, wenn seine Färbbarkeit abgenommen hat. Bisweilen bildet er nur eine ganz schmale Hülle um den Achsenzylinder herum. Veränderungen der gleichen Art sind an den gröberen, wie an den feineren Nervenfasern zu sehen. Bei Verfolgung der Faserzüge, in deren Verlaufe plötzlich ein Herd mit Markscheidenschwund eingestreut ist, kann man konstatieren,

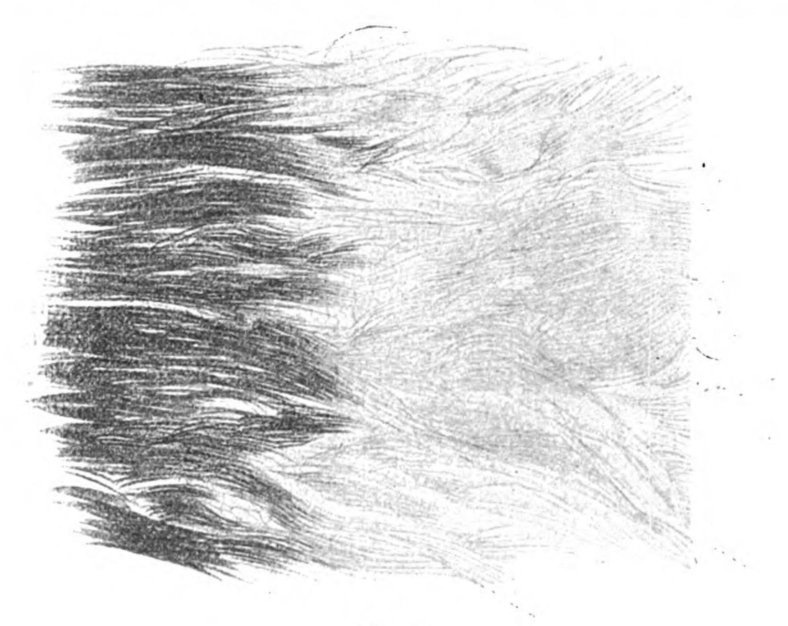


Fig. 8.

daß diese Erkrankung zirkumskript ist und jenseits des Herdes der Faserzug wieder sein normales Aussehen darbietet. Die Markscheidenverschmälerung gehört demnach in die Reihe der diskontinuierlichen Zerfallsprozesse, welche die Markscheiden betreffen können.

Es scheint diese eigentümliche Art von Veränderungen noch wenig bemerkt worden zu sein. Sie stellen das Zwischenglied zwischen dem völligen diskontinuierlichen Markscheidenschwund und der unveränderten Nervenfaser dar. Da das Charakeristische dieser Herde durch die diskontinuierliche Markscheiden-

verschmälerung gegeben ist und letztere sich wieder tinktoriell durch die relativ geringe Aufnahmsfähigkeit für Farbstoffe erkennen läßt, so daß das ganze Bild wie gebleicht, schattenhaft aussieht, will ich diese Herde von nun an als „Markschattenherde" bezeichnen.

Solcher Markschattenherde gab es in unserem Falle in allen Teilen des Zentralnervensystems gar viele, am schönsten aber in der Brücke und Medulla oblongata ausgebildet; im Großhirn sind sie relativ spärlich. In der Brücke okkupieren sie einen großen Teil des Querschnittes. Auch im Kleinhirn gibt es derartige Läsionen. Sie beschränken sich keineswegs auf die weiße Substanz, sondern greifen vielfach auf die graue über, verschonen aber die Ganglienzellen. Ihre Begrenzung ist unregelmäßig, mitunter symmetrisch. In dem gleichen Territorium findet man öfters vereinzelte nackte Achsenzylinder und eine mäßige Gliawucherung. In manchen Markschattenherden waren die Fasern gewisser Systeme auffallend wenig betroffen, während die anderen räumlich benachbarten oder sie kreuzenden Bahnen die eigenartige Veränderung in ausgesprochenem Maße zeigten. So sieht man in der Höhe der Schleifenkreuzung inmitten eines Markschattenherdes die Schleifenfasern anscheinend unverändert durchziehen. Auch ziehen im Rückenmarke oft gut gefärbte und normal aussehende vordere Wurzelfasern durch Markschattenherde hindurch, wie man Ähnliches auch gelegentlich an den typischen Herden von multipler Sklerose sehen kann.

Ist die Schnittrichtung eine günstige, so kann man nicht selten den unmittelbaren Übergang von normalen Nervenfasern in solche mit Markmantelschwund beobachten; das Einsetzen der Veränderung ist ein sehr schroffes, unvermitteltes. Mehrmals konnte ich auch eine Fortsetzung einer unveränderten Faser in eine solche von normalem Aussehen nach beiden Seiten hin verfolgen.

Diese Befunde erscheinen mir wichtig, weil sie mit für die Entscheidung der Frage verwertet werden dürfen, ob es sich um Markscheidenzerfall oder um neu gebildete Fasern handelt. Bekanntlich ist in den letzten Jahren von mehreren Autoren, namentlich von Strähuber, die Möglichkeit einer Regeneration von Nervenfasern im Zentralnervensystem behauptet und ist diese Behauptung mit guten Gründen gestützt worden.

Strähuber ist der Ansicht, daß die neugebildete Faser sich mit besonderer Vorliebe präformierter Wege bediene, da die Widerstände bei dieser Wachstumsrichtung besonders gering wären. Bei der multiplen Sklerose könnte nach diesem Autor die Möglichkeit der Regeneration von Nervenfasern die Geringfügigkeit oder das Fehlen von sekundären Degenerationen erklären.

Mir ist es sehr unwahrscheinlich, daß in meinem Falle die Markschattenfasern als neu gebildete Nervenfasern anzusprechen wären. Dazu sind die Veränderungen zu ausgedehnt und zu gleichmäßig. Auch ist an dem Verlaufe der Faserzüge und der Durchflechtung der verschiedenen Fasersysteme gar keine Veränderung zu bemerken, was wohl nicht der Fall wäre, wenn die Markschattenfasern neu gebildet wären. Die Neubildung von Fasern zwischen zwei anscheinend normalen Abschnitten von Nervenfasern ist allerdings beschrieben, jedoch stimmten die Beschreibungen und auch die Abbildungen nicht mit unseren Befunden überein.

Es ist daher anzunehmen, und es hat bei dem progredienten Verlaufe der Affektion die Annahme mehr für sich, daß es sich um degenerative Prozesse handelt, welche Anteile der Markscheide betroffen haben. Es sind anscheinend die äußeren Lagen der Markscheide verändert worden und in Wegfall gekommen, und zwar hat sich dieser Zerfallsprozeß nur in einem beschränkten Teile des Verlaufes der Nervenfaser abgespielt — es ist ein diskontinuierlicher partieller Zerfall der Markscheide vorhanden. Der Vorgang dürfte sich so abgespielt haben, wie Marburg annimmt: Zerfall der Markscheide von außen nach innen zu, nur ist in unserem Falle der anatomische Prozeß auf halbem Wege stehen geblieben, so daß nur einzelne Achsenzylinder ihrer Markhülle völlig beraubt wurden. Die Achsenzylinder selbst scheinen seltener wesentliche Änderungen erlitten zu haben. Der angreifenden Schädlichkeit (Giftwirkung?) gegenüber verhalten sich die Fasern verschiedener Systeme verschieden; einzelne Fasersysteme (z. B. Schleife) sind widerstandsfähiger als andere und zeigen noch keine Änderung, während in demselben Territorium liegende Fasern anderer Bahnen schon das Bild der Markschatten aufweisen. Es ist unwahrscheinlich, daß in diesen Herden die Schädlichkeit einzelne

Systeme nicht angegriffen hat; wahrscheinlicher ist es, daß die verschont gebliebenen Fasern dem Angriffe widerstanden haben.

Das gleichzeitige Nebeneinandervorkommen von verschieden weit vorgeschrittenen Veränderungen läßt mehrere Deutungen zu. Es könnten die Herde verschieden alt sein, die marklosen Herde wären dann die ältesten; oder es wäre möglich, daß eine und dieselbe Schädlichkeit, ein und dasselbe Gift je nach der Eigenart des Gewebes anders im Rückenmark, in der Medulla oblongata und im Großhirn wirkt. Eine solche elektive Beeinflussung wäre unserer Auffassung durchaus nicht fremd, da wir sie von anderen Erkrankungen her kennen (z. B. die Lokalisation der Eiterungen: sehr selten im Pons, in der Medulla oblongata und spinalis im Gegensatze zu den Hirneiterungen). Man müßte in letzterem Falle annehmen, daß eine und dieselbe Noxe in der Medulla oblongata am wenigsten Schaden an den markhaltigen Fasern anrichten konnte (partielle Entmarkung vorwiegend), im Großhirn aber viel häufiger zum völligen Markschwunde und im Rückenmarke öfters zu einer kompletten Destruktion der Nervenfasern geführt hat; an vielen Stellen der Medulla spinalis rief sie daneben die leichtere Erkrankungsform (partielle oder totale Entmarkung) hervor.

Wahrscheinlich ist es, daß beide Erklärungen bis zu einem gewissen Grade zutreffen; es hängt die Beschaffenheit des Herdes nicht bloß vom Alter desselben, sondern auch von der Lokalisation ab. Auch muß die Noxe nicht immer gleich stark sein.

Daß die ganz entmarkten Herde die ältesten sein dürften, ist auch dadurch wahrscheinlich gemacht, daß im Hirnstamme die Abschnitte mit völligem Verluste der Markscheiden wesentlich kleiner geworden sind (schrumpften). Diese Schrumpfungsprozesse sind sowohl am Pons als auch an den Großhirnstielen sichtbar.

Analoge Befunde mit Veränderungen in dem erheblichen Ausmaße wie in dem von uns beobachteten Falle scheinen bisher kaum erhoben worden zu sein. Ob der von Völsch beschriebene Befund hierher gehört, ist nicht mit Sicherheit zu entnehmen, jedoch scheint es sich um ähnliche Veränderungen zu handeln. Völsch sah im Rückenmarke an Weigert-Präparaten an den Stellen der kompakten gliösen Wucherung ziemlich zahlreiche

feine und gewellt verlaufende Fasern mit graubraunem Farbenton. Er denkt an Nervenfasern mit Markzerfall und hochgradiger Atrophie von Fasern. Der Markzerfall kam dann zu einem relativen Stillstand, so daß ein wenigstens zeitweise persistierender Rest der Markscheide erhalten ist. Die Veränderungen (respektive die Reste der Markscheiden) waren nur auf Längsschnitten kenntlich.

Professor Monakow teilte mir nach Demonstration meiner Präparate mit, daß er solche Veränderungen schon gesehen hätte.

Wir stehen nicht an, den gesamten Befund, auch das Vorhandensein von Markschattenherden für die Annahme einer beginnenden multiplen Sklerose zu verwerten. Es ist bereits der weitgehenden anatomischen Übereinstimmung gedacht worden, welche diese Felder mit den Plaques bei der multiplen Sklerose bieten, und wir wollen nur nochmals wiederholen, daß außer der scharfen Begrenzung, der landkartenartigen Konfiguration, der oft symmetrischen Anordnung der Herde noch das regellose Übergreifen auf die graue Substanz bei Verschonung der Ganglienzellen, die relativ geringfügige sekundäre Degeneration und die Disproportionalität zwischen klinischem und anatomischem Befunde Eigentümlichkeiten sind, die der multiplen Sklerose zukommen.

Auch sind der Nachweis von Markschattenherden im Nervus opticus, das Fehlen von sekundären Hirnnervendegenerationen nach infranucleärer Schädigung derselben für die Annahme einer multiplen Sklerose von großer Wichtigkeit. Auch spricht für letztere Diagnose das Bestehen von Herden, die histologisch das gleiche Bild bieten wie bei der typischen chronischen multiplen Sklerose. Wenn wir alle diese Momente berücksichtigen, so werden wir unseren Fall als zur multiplen Sklerose gehörig auffassen dürfen.

Jedoch ruft das Vorhandensein von Herden mit sehr reichlicher Bildung von Fettkörnchenzellen und hochgradiger Destruktion der nervösen Elemente, Infiltration der Gefäßscheiden, hochgradiger Gliawucherung bei Fehlen nackter Achsenzylinder Bedenken wach gegen die Annahme einer reinen Sklerose, obwohl ja bei dieser Fettkörnchenzellherde nicht zu den Seltenheiten gehören. Es handelt sich anscheinend in unserem Falle um eine Erkrankung, die von der multiplen Sklerose zur Encephalomyelitis hinüberleitet, da die letztbeschriebene Gruppe von Er-

krankungsherden nicht den Veränderungen bei der multiplen Sklerose zuzurechnen ist. Es steht aber die Affektion viel näher der multiplen Sklerose als der Encephalomyelitis.

Wir können uns der Forderung Müllers nicht anschließen, daß man zur multiplen Skerose alle jene Fälle nicht zu rechnen hätte, bei denen eine reparatorische Gliawucherung („sekundäre Sklerose") vorhanden sei, da zu wiederholten Malen typische Fälle von multipler Sklerose publiziert wurden, bei denen an einzelnen Stellen die nervösen Gewebsabschnitte vollkommen zugrunde gegangen waren (Redlich, Buss, Bikeles). Diese Meinung Müllers ist das Resultat seiner Anschauung von der Entstehung der multiplen Sklerose. Müller postuliert den endogenen Ursprung dieser Erkrankung, während doch eine Reihe von ätiologischen klinischen Momenten für die ätiologische Bedeutung exogener Schädlichkeiten spricht. Diese Fälle werden von Müller von der „primären" multiplen Sklerose abgetrennt. Unser Fall wäre demzufolge ebenfalls nicht zu der soeben genannten Affektion gehörig, wenn die Trennung zwischen primärer und sekundärer Sklerose aufrecht erhalten würde.

Der unmittelbare zeitliche Zusammenhang mit einer Infektionskrankheit (Morbillen) läßt kausale Beziehungen der Affektion des Zentralnervensystems zu derselben mit größter Wahrscheinlichkeit erschließen. Gerade diese Aufeinanderfolge (Morbillen—multiple Sklerose) ist schon mehrmals gesehen (Cramer u. a.) und von Marburg gewürdigt worden.

Die von Marburg (gegen die Anschauung Müllers) ins Treffen geführten Gründe für die Zusammengehörigkeit der akut, subakut und chronisch verlaufenden Fälle von multipler Sklerose scheinen so gut fundiert, daß die bisherigen gegnerischen Gründe nicht ausreichen, um die Trennung dieser Formen zu rechtfertigen. Die Analogie der klinischen Erscheinungen, der Symptome, wie des Verlaufes zeigen ebenso die Zugehörigkeit der akuten zu den chronischen Formen wie das Stadium der anatomischen Veränderungen.

Klinisch wie anatomisch wäre in unserem Falle zu diagnostizieren: Multiple Sklerose mit subakutem Verlaufe (atypisch), Übergangsform zur Encephalomyelitis.

Klinisch sind das schubweise Fortschreiten der Affektion,

die ausgesprochene Disproportionalität zwischen Symptomen und anatomischem Befunde, das schwere Betroffensein des Opticus und Acusticus bemerkenswert.

Von erheblichem Interesse erscheint mir auch der bei der Autopsie erhobene Befund der Nephrolithiasis. Ich habe bereits in einer früheren Arbeit[1]) darauf aufmerksam gemacht, wie relativ selten Nephrolithiasis bei der Bevölkerung, welche die inneren Abteilungen der Wiener Krankenhäuser aufsucht, sich vorfindet; ebenso auffallend war es mir, daß zu wiederholten Malen Nephrolithiasis bei Erkrankungen des Zentralnervensystems gesehen worden war, und es ist ein solcher Zusammenhang zu wiederholten Malen diskutiert worden.

Am häufigsten wurde Nephrolithiasis nach traumatischen Erkrankungen des Rückenmarks gefunden, dann auch recht häufig bei Tabikern beobachtet. Ich habe seinerzeit Befunde von Nierensteinerkrankungen im Verlaufe einer Encephalomyelitis und bei drei Fällen von Syringomyelie mitgeteilt. Ich habe seither bei der Autopsie die Gegenwart eines sehr großen Pfeifensteins einer Niere bei zystischer Veränderung der unteren Rückenmarksabschnitte (nach Trauma) konstatieren können. Allerdings lag das Trauma etwa 15 Jahre zurück und die Symptome der Steinbildung waren viel jüngeren Datums.

Der eben beschriebene Fall ist meines Wissens der erste, welcher das Auftreten einer Steinbildung bei einer akuten multiplen Sklerose zeigt. Der Mechanismus der Entstehung ist uns für diesen Fall gerade so dunkel wie für die anderen Steinbildungen bei zentralen Affektionen. Ich würde am ehesten glauben, daß die gleiche Affektion, die den Prozeß im Zentralnervensystem veranlaßt hat, Veränderungen in der Niere hervorgebracht hat, die zur Ausscheidung einer Substanz geführt haben, um welche herum der Stein sich entwickelt hat. Jedoch sind unsere Kenntnisse über die trophische Beeinflussung der Nieren vom Zentralnervensystem aus doch noch zu dürftig, als daß wir einen näheren Einblick in diese interessante Komplikation gewinnen könnten.

Schließlich sei noch das Vorhandensein eines wochenlang währenden Priapismus hervorgehoben. Es ist dies ein bei

[1]) H. Schlesinger, Rückenmarkserkrankungen und Nephrolithiasis. Wr. klin. Rundschau 1901. Oktober.

traumatischen Rückenmarksaffektionen nicht extrem seltenes Symptom, allerdings auch dann von ziemlich kürzerer Dauer. Bei multipler Sklerose fand ich es nicht beschrieben. Aller Wahrscheinlichkeit nach dürfte das Symptom durch die spinalen Läsionen bedingt worden sein, und zwar durch solche höher als das Sacralmark gelegener Herde, da die distalen Rückenmarksabschnitte fast frei von Veränderungen sind. Wir müssen es aber dahingestellt lassen, ob durch die Läsionen die spinalen Zentren oder die sympathischen Beckenganglien (wie dies Müller annimmt) beeinflußt wurden.

Literatur.

O. Marburg, Die sogenannte multiple Sklerose (Encephalomyelitis periaxialis scleroticans. (Monographie.) Leipzig und Wien. Deuticke 1906. (Viele Literaturangaben.)

M. Völsch, Ein Fall von akuter multipler Sklerose. Monatsschr. f. Psychiatr. u. Neurol. 1908, Nr. 2.

F. Schob, Ein Beitrag zur pathologischen Anatomie der multiplen Sklerose. Monatschr. f. Psych. u. Neurol. 1907, Heft 1.

H. Koch, Zur Kenntnis der akuten multiplen Sklerose. Wr. klin. Rundschau 1908, Nr. 34 u. 35.

E. Stadelmann u. M. Lewandowsky, Akute multiple Sklerose oder disseminierte Myelitis. Neurolog. Centralbl. 1907, p. 1001.

Raymond et Guévara, Étude clinique et anatomo-pathologique d'un cas di sclérose en plaques. L'Encéphale 1907. März.

Nambu, Cerebrospinale Herdsklerose mit selten hochgradiger Affektion des Rückenmarks. Prag. med. Wochenschr. 1907, Nr. 5.

Wegelin, Über akut verlaufende multiple Sklerose. Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilkde., Bd. XXXI.

Anton Strähuber, Über Degenerations- und Proliferationsvorgänge bei multipler Sklerose des Nervensystems. Zieglers Beiträge, Bd. XXXIII.

E. Stransky, Über diskontinuierliche Zerfallsprozesse an der peripheren Nervenfaser. Journ. f. Psychol. u. Neurol. I. 1903, Nr. 5 u. 6.

E. Redlich, Die multiple Sklerose. Deutsche Klinik 1903.

E. Müller, Die multiple Sklerose des Gehirns und Rückenmarks. Jena 1904.

Bikeles, Ein Fall von multipler Sklerose mit subakutem Verlaufe. Arbeiten aus dem Institute Obersteiner, 3. Heft, p. 102.

Buss, Beitr. z. Ätiologie u. pathol. Anatom. der multiplen Sklerose. D. Arch. f. klin. Mediz. 1889, Nr. 5 u. 6.

Cramer, Beginnende multiple Sklerose und akute Myelitis. Arch. f. Psych., Bd. XIX.

Die Substantia nigra Soemmeringii.

Eine vergleichend-anatomische Studie nebst einem Beitrag zur Kenntnis des dunkeln Pigmentes der Nervenzellen.

Von

Julius Bauer,

Demonstrator am Institut.

(Mit 6 Abbildungen im Text.)

Die Substantia nigra Soemmeringii gehört zu jenen Teilen des zentralen Nervensystems, deren Bedeutung fast noch vollkommen in Dunkel gehüllt ist; gerade hier um so verwunderlicher, da das Interesse der Forscher stets auf dieselbe hingelenkt werden mußte durch die sonderbare, rätselhafte Tatsache, daß die Zellen der Soemmeringschen Substanz nur beim Menschen und bei keinem Tiere Pigment enthalten, daß also die Substantia nigra geradezu der Träger eines anthropoiden Merkmales ist.

Wenn ich nun durch die folgende Untersuchung einen Beitrag zur Kenntnis der Substantia nigra auf vergleichend anatomischem Wege zu bringen versuchte, so tat ich es deshalb, weil zum Studium eines Gebietes im Zentralnervensystem alle Forschungsmethoden angewendet werden müssen und die vergleichend anatomische Methode nicht die unwichtigste darunter ist. Eine vergleichend anatomische Untersuchung der Soemmeringschen Substanz liegt aber bisher nicht vor und ihre Ausführung wurde durch die reichhaltigen Sammlungen des Wiener neurologischen Institutes sehr begünstigt. Wenn sich auch diese Methode in unserem Falle nicht so ergiebig zeigen sollte wie etwa bei der Erforschung mancher anderer Hirnteile, — eine Lücke wird sie jedenfalls ausfüllen.

Ich will zunächst die in der Literatur niedergelegten Angaben über die Soemmeringsche Substanz[1]) besprechen, hierauf zu meinen eigenen vergleichend anatomischen Untersuchungen übergehen und schließlich noch dem Zellpigment ein Kapitel widmen.

I. Literaturübersicht.

1. Untersuchungen über die Zellen der Substantia nigra Soemmeringii[1]).

Mingazzini war es wohl, der zuerst durch Anwendung der Golgischen Methode bei Föten verschiedener Säuger und besonders bei menschlichen Föten nähere Details der Gestalt und Verzweigung der Zellen aufdeckte. Die Zellen liegen in der Mitte dichter als lateral, sie zeigen sehr zahlreiche, feine Fortsätze, welche an die Zellen der Großhirnrinde erinnern. Die dorsale Lage der Zellen besteht aus pyramidenförmigen, die ventrale aus atypischen Zellen. Die Basis der Pyramidenzellen ist gegen den Pes pedunculi, die Spitze gegen das Tegmentum gerichtet. Die Achsenzylinder derselben verlaufen geradeaus gegen den Hirnschenkelfuß und entsenden feine Kollateralen. Die Achsenzylinder der atypischen, spindelförmigen und runden Zellen ziehen meist lateralwärts, seltener vertikal zum Fuß herab; nur in ganz seltenen Fällen sah Mingazzini den Nervenfortsatz in die Haube ziehen. Wahrscheinlich fehlen in der Substantia nigra Zellen vom II. Typus Golgis. Wegen der Form und Lagerung der Zellen, wegen der Art des Ursprunges und des Verlaufes der Nerven- und protoplasmatischen Fortsätze ähnelt die Substantia nigra der Hirnrinde. Entsprechen ja die Zellen der Soemmeringschen Substanz den von Golgi als motorisch angesprochenen und berechtigt doch der Verlauf der Achsenzylinder zum Pes pedunculi die Substantia nigra als ein „kortikales Ganglion", ähnlich wie den Nucleus caudatus und lentiformis anzusehen, nur daß sich bei letzteren diese Annahme auf embryologische und morphologische Erwägungen und weniger auf die feinere Struktur stützt, während es sich bei der Substantia nigra umgekehrt verhält.

Auch die weiteren Untersuchungen über den feineren Bau der Substantia nigra wurden zum großen Teil von Italienern unternommen.

---

[1]) Mit Ausschluß der Literatur über das Zellpigment.

Amaldi wandte sich gegen die Ansichten Mingazzinis und behauptete mit Rücksicht auf die Pigmentierung der Zellen und das Vorkommen versprengter Zellen der Substantia nigra in der Brücke, in der Regio subthalamica und in der Haube, daß die Zellen der Soemmeringschen Substanz denen des Locus coeruleus ganz gleichwertig seien.

Mirto wies die Anschauungen beider vorerwähnter Autoren auf Grund seiner Golgipräparate von menschlichen Föten und Kindern ab. Die Zelldendriten bilden nach Mirto mit den Endigungen von Fußfasern und von Fasern des Stratum intermedium, die übrigens auch dem Fuß angehören, ein feines Netzwerk. Die Nervenfortsätze der Zellen aber ziehen in die Haube, selten zuerst gegen den Pes pedunculi, um dann an dessen Rande doch noch gegen das Tegmentum hin umzubiegen; dort teilen sie sich zumeist in zwei einander entgegengesetzte Ästchen. Die Zellen sind durchaus nicht von ähnlicher Struktur wie die Rindenzellen, sie stellen vielmehr eine Modifikation von Pyramidenzellen dar, wie sie Mondino beschrieben hat und wie sie verursacht wird durch die Verhältnisse der Umgebung der Substantia nigra, durch die zahlreichen sie durchziehenden Fasern und durch die mechanische Wirkung der benachbarten Fußformation auf dieselbe. Zellen vom II. Typus Golgis finden sich in der Substantia nigra nicht. Dieselbe ist ein ausgewanderter Teil des Globus pallidus, dessen embryonale Zellen durch die Fasern der inneren Kapsel hindurchwandern, um sich weiter kaudal an deren dorsalem Rande anzusiedeln.

Angeblich findet man auch beim Erwachsenen Zellen zwischen den Kapselfasern, welche die Wanderung an den Ort der Substantia nigra nicht vollendet haben. Das Stratum intermedium ist nach Mirto ein durch die auswandernden Zellen des Globus pallidus abgetrennter Teil des Pes pedunculi und vereinigt sich, insoweit es nicht im Netzwerk mit den Zelldendriten der Substantia nigra aufgeht, in der Brückengegend wieder mit den Fußfasern. Schließlich behauptet Mirto, daß sich vom Claustrum an durch den Luysschen Körper, die Substantia nigra, vielleicht auch den Nucleus ruber hindurch bis zum Brückengrau eine Zone motorischen Graus hinziehe; überall da lassen sich keine Zellen von Golgis II. Typus nachweisen, wie auch aus Mondinos Untersuchungen hervorgehe. Das Corpus Luysii

ebenso wie das Claustrum und die Substantia nigra müsse man als primär kortikal angelegte Gebilde ansehen.

Kölliker sah an Golgi-Präparaten vom Menschen, vom Hund und Kaninchen die große Mehrzahl der Achsenzylinderfortsätze der Zellen der Soemmeringschen Substanz dorsal gerichtet.

Bechterew schließt aus Golgi-Präparaten, daß die Neuriten teils in die Gegend des Großhirnschenkels, teils dorsalwärts in die Haube abgegeben werden. Durch die üppige Verästelung ihrer Kollateralen erinnern die Zellen an jene vom II. Typus Golgis. Jurman untersuchte die Substantia nigra beim Menschen und einer Reihe von Tieren nach Golgi und fand die Zellen verschieden geformt, — spindelförmig, pyramidal, birnförmig usw. Ihre Größe schwanke zwischen 20 und 30 μ. Die Achsenzylinder gehen teils zur Haube, teils zum Fuß oder auch nach beiden Seiten.

Obersteiner beschreibt die Zellen der Substantia nigra als mittelgroß und zum größten Teil spindelförmig; an manchen Pigmentzellen nur lasse sich eine Pyramidenform erkennen. Economo konnte an Silberpräparaten die Achsenzylinder nur zum geringen Teil in den Fuß verfolgen, die meisten verlaufen dorsomedial gegen die Haube.

Cajal studierte Nissl-Präparate und fand die ausgedehnte untere Zone der Substantia nigra ärmer an Zellen, reicher dafür an protoplasmatischem und feinem nervösen Geflecht, die schmale obere Randzone hingegen mit zahlreichen Zellen besäet. Im inneren Winkel der Substantia nigra besteht eine Zellanhäufung bei Kaninchen, Katzen etc. Die oberen Zellen sind meist groß, haben die Form von Pyramiden mit der Basis nach oben und entsenden massenhaft kräftige Dendriten herab, die Zellen der unteren Schicht sind klein, nicht gruppiert und entsenden Dendriten nach allen Richtungen. Außerdem gibt es gemeinsame Zellen mit reichlicher Verästelung und kurzem Axon. Die „Cellulas principales", wie Cajal die Zellen der unteren Schicht auch bezeichnet, geben einen robusten Achsenzylinder in verschiedenen Richtungen ab, dieser entsendet 1 bis 2 Kollateralen an benachbarte Zellen und biegt dann hinauf in die Substantia reticularis zwischen die beiden Lemnisci. Auf Frontalschnitten entschwindet er jetzt, an lateralen Sagittalschnitten von der Ratte hingegen konnte Cajal mit voller Sicherheit sehen, wie die

einem Haarbüschel vergleichbaren Fasern nach Abgabe von Kollateralen an die unteren Abschnitte der Haube zur Gegend der Commissura posterior ziehen und in dieser oder aber unter ihr kreuzen, um auf der anderen Seite einen unbekannten Verlauf zu nehmen. Einige Fasern teilen sich in auf- und absteigende Äste.

Sehr vorsichtig spricht sich jedenfalls van Gehuchten über den Verlauf der Neuriten aus der Substantia nigra aus: Von den Zellen kenne man noch gar nicht „la destinée de leur prolongement cylindraxile".

An dieser Stelle möchte ich auch die Beschaffenheit des gliösen Gerüstes der Substantia nigra erwähnen, wie wir sie durch die klassischen Untersuchungen Weigerts kennen lernten. Die Substantia nigra besitzt ein reiches gliöses Geflecht, welches sehr dem der Vorderhörner des Rückenmarks ähnelt, aber doch eigenartig ist. Die Ganglienzellen sind oft in Körbe von Gliafasern eingebettet. Mit Rücksicht auf die von Mingazzini und von Mirto geäußerten Anschauungen erscheint es von Interesse, daß Weigert im Corpus striatum nur wenig Neuroglia finden konnte und diesbezüglich den Streifenhügel dem Typus der Hirnrinde anreihte, während wie gesagt sich die Soemmeringsche Substanz durch ein reiches Netzwerk von Glia auszeichnet.

2. Untersuchungen über die Faserverbindungen der Substantia nigra Soemmeringii und deren Beziehungen zu anderen Hirnteilen.

Zum ersten Male beschrieben wurde die Substantia nigra von Vicqu' d'Azyr und als „Locus niger" bezeichnet, hierauf wurde sie besonders wieder von Soemmering erwähnt, nach dem sie ja ihren Namen trägt. Aber erst Meynert hat, wie Forel sagt, aus der Substantia nigra ein „eigentliches Ganglion" gemacht, er hat versucht, deren Beziehung zu anderen Hirnteilen festzustellen und klarzulegen. Meynert nahm 3 Ursprungsganglien des Hirnschenkelfußes an, den Nucleus caudatus, den Nucleus lentiformis und die Substantia nigra. „Während seines Herabsteigens durch die Gegend des Mittelhirns erwächst dem Hirnschenkelfuß ein neuer Zuwachs aus dem dritten seiner Ursprungsganglien, dem Grau der Soemmeringschen Sub-

stanz." Der Pes pedunculi führe aber nur in seinem medialen und mittleren Anteile Fasern aus der Substantia nigra, der äußere Teil hingegen stammt aus der Rinde und erhält keinen Zuwachs von der ersteren. Zentralwärts hängt die Substantia nigra mit einem dünnen Stabkranzfächer zusammen, der in ihr endigt. Das Stratum intermedium stellt nach Meynert die Fortsetzung der Linsenkernschlinge dar und steigt selbst bis ins Rückenmark hinab, wo es das innerste Bündel des Vorderstranges längs der vorderen Spalte des Rückenmarks bildet; dieses Bündel enthält also Fasern aus dem Linsenkern. Besonders betont Meynert noch, daß das Stratum intermedium nirgends mit der Haube in Zusammenhang steht. Übrigens hatte Meynert 10 Jahre zuvor die Meinung geäußert, der Pedunculus substantiae nigrae, wie er das Stratum intermedium auch nennt, ende nicht im Vorderstrange des Rückenmarks, sondern in Zellmassen, welche in der oberen Brückenhälfte der Schleifenschichte eingestreut sind.

Forel bestätigte Meynerts Angabe, daß Fasern aus der Substantia nigra sich dem Hirnschenkelfuße anschließen, hält es aber für eine schwer zu lösende Frage, ob die aus der Substantia nigra stammenden Fasern im medio-dorsalen Teile des Fußes zentralwärts oder peripherwärts ziehen. Hingegen konnte Forel den Stabkranzfächer Meynerts niemals sehen. Forel ist der Ansicht, man müsse die Substantia nigra als eine der Substantia ferruginea ähnliche Formation ansehen und dürfe dieselbe in ihrer Bedeutung nicht dem Linsenkern und Nucleus caudatus anreihen.

Wernicke glaubt, daß Linsenkernfasern nicht nur in das Corpus Luysii, sondern auch in die Substantia nigra eintreten; diese Fasern sind in Schrägschnitten im innersten Teile des Pes pedunculi getroffen und bestehen aus nackten Achsenzylindern; sie haben einen ähnlichen Verlauf wie die Linsenkernkernschlinge. Peripherwärts ziehen Fasern aus der Substantia nigra in den Hirnschenkelfuß und diese scheine dazu bestimmt zu sein, marklose Fasern in markhaltige zu verwandeln.

Kahler, der im Hirnschenkelfuß beim Menschen noch aufsteigende Fasern annimmt und die Schnittserie von kaudal oralwärts verfolgt, gibt an, der Großhirnschenkel gebe einen Teil seiner Fasern an die Substantia nigra ab, und zwar durchwegs Fasern,

welche sich erst in der Brücke den Längsfasern zugesellt haben; im oralen Teil der Substantia nigra ziehen kaum markhaltige, sehr feine Fasern aus ihr zum medialen Teil des Großhirnschenkels und in den Linsenkern. Wichtig für die Beurteilung von eventuellen Zuzügen, die der Pes pedunculi aus der Substantia nigra erhält, ist die Angabe Kahlers, daß die Fußfaserung kaudal von der Soemmeringschen Substanz mächtiger erscheint als oral. Eine ganz analoge Beobachtung machte Ziehen bei Pseudochirus peregrinus, wo er die rapide Reduktion des Pes pedunculi bei Verfolgung der Serie in oraler Richtung auf das rasche Anwachsen der Substantia nigra zurückführt, in welche zahlreiche Fasern vom Fuße abgebogen sind.

Die bis nun zitierten Autoren hatten sich der Methode der Serienverfolgung bedient und hatten alle konform der Anschauung Mingazzinis eine Verbindung der Substantia nigra mit dem Hirnschenkelfuß angenommen. Auch Obersteiner hält es für wahrscheinlich, daß durch den Pes pedunculi Verbindungen der Substantia nigra mit weiter spinalwärts gelegenen Gebilden stattfinden. Auf exakterer, weit mehr sicherer Methodik fußen zumeist die Untersuchungen, welche eine Verbindung der Substantia nigra mit der Hirnrinde und mit dem Streifenhügel erwiesen haben.

Schon im Jahre 1882 hatte von Monakow nach Exstirpation des vorderen Teiles der Rindenkonvexität bei einem 4 Tage alten Kaninchen unter anderem eine bis ins Rückenmark verfolgbare Atrophie der Pyramiden sowie eine Entwicklungshemmung des Luysschen Körpers und der Substantia nigra der gleichen Seite beobachtet. 1895 erwähnt Monakow 2 Krankheitsfälle, wo es einmal durch Porencephalie, das andere Mal durch Encephalomalacie zu ausgedehnter Zerstörung der Hirnrinde gekommen war, welche unter anderem partielle Degeneration der Substantia nigra zur Folge hatte. Besonders ausführlich beschreibt aber Monakow einen Fall, wo eine alte Erweichung der dritten Stirnwindung, des Operculums, der Insel, der ersten Temporalwindung und des dorsalen Abschnittes des Putamens von sekundärer Degeneration im Sehhügel, in der Regio subthalamica, in der Haubenregion und im Pedunculus begleitet war. Die Substantia nigra ist partiell degeneriert, ist schmäler als die der gesunden Seite und enthält eine Menge

von geschrumpften Nervenzellen. Auf Grund seiner Befunde zählt nun Monakow die Substantia nigra ebenso wie das Corpus Luysii, einen Teil des Thalamus und andere Gebiete zu seinen „direkten Großhirnanteilen". Da sich Monakow vorstellt, daß die Neuroblasten der Großhirnanteile in das Großhirn einwachsen, so nimmt er auch eine Strahlung aus der Substantia nigra zur Großhirnrinde an und zählt die Substantia nigra zu den infracorticalen Erregungsquellen der Hirnrinde. Das Gebiet des Rindenanteiles der Substantia nigra muß nach Monakow in der Gegend der dritten Stirnwindung, in der vorderen Inselgegend, eventuell auch im vorderen Abschnitte des Operculums gesucht werden; die Beziehung der Substantia nigra zu den Zentralwindungen ist eine sehr lockere.

Schon vor den Untersuchungen Monakows waren einige Fälle beschrieben worden, die einen Zusammenhang der Substantia nigra mit dem Vorderhirn bewiesen. Witkowski hatte in einem Falle, von Porencephalie, wo außer der Insel die angrenzenden Windungen des Stirn-, Scheitel- und Schläfelappens, die äußere und innere Kapsel sowie das Corpus striatum und ein großer Teil des Thalamus fehlten, eine auffallende Verkleinerung des Fußes und der Substantia nigra derselben Seite beobachtet. Eine große Menge pigmentierter Zellen war samt der Grundsubstanz zugrunde gegangen, die erhaltenen Zellen, noch immerhin zahlreich, waren geschrumpft, fortsatzarm und mißgestaltet. Witkowski führt diese Atrophie der Substantia nigra in erster Linie auf die Zerstörung des Linsenkerns zurück.

Bechterew beschrieb 2 einschlägige Fälle: Bei einem Apoplektiker war es zu ausgedehnter Erweichung einer Hemisphäre, der äußeren und inneren Kapsel, des Corpus striatum und der oberen Portion des Sehhügels gekommen; es fanden sich unter anderem Degeneration der Pyramidenbahn und ausgeprägte Atrophie der Substantia nigra. Bei einer mikrocephalen Idiotin ergab die Sektion Sklerosierung und Schrumpfung der konvexen und medialen Großhirnoberfläche, die mit Cysten durchsetzt war. Es bestand Hypertrophie beider Nuclei caudati und Verkleinerung des Sehhügels. Die Substantia nigra zeigte sich beiderseits etwa um das Doppelte verdickt. Bechterew sagt nun, da eine Zerstörung der Rinde und der inneren Kapsel nie von einer Atrophie der zelligen Elemente der Soemmeringschen

Substanz begleitet sei (?), so müsse man wohl im ersten Falle die Atrophie der Substantia nigra auf die Zerstörung eines Teiles des Streifenhügels beziehen; für diese Auffassung spreche auch die hypertrophische Entwicklung der Substantia nigra bei übermäßiger Größe der Corpora striata.

Rossolymo hatte in einem Falle von embolischer Erweichung des Stirn-, oberen Schläfenlappens und Atrophie der Zentralwindungen eine schon makroskopisch wahrnehmbare, mikroskopisch durch Zerstörung von Zellen und Nervennetzen sich dokumentierende Atrophie der Substantia nigra gesehen. Mahaim fand eine Degeneration der Substantia nigra und des Corpus Luysii bei einem primären Herd im Gefäßgebiet der Arteria fossae Sylvii, welcher den Gyrus supramarginalis, die erste Temporalwindung und die Inselwindungen, die darunter gelegene weiße Substanz, Vormauer, Putamen, caput nuclei caudati und die Markfaserzüge aus der vorderen und hinteren Zentralwindung zerstört hatte. Die Degeneration war stärker im lateralen Abschnitt der Soemmeringschen Substanz; dort bestand fast völliger Ausfall des Kapillarnetzes und fast gänzlicher Schwund der Markfasern in der Grundsubstanz; die Zellen waren kleiner, viele hatten ihr Pigment verloren und wo es erhalten blieb, dort waren die Pigmentkörner kleiner als normal. Von anderen Zellen wieder blieb nur das Pigment übrig.

Auch Hösel beschrieb eine Degeneration im äußersten Drittel der Substantia nigra, die durch eine apoplektische Cyste im hinteren Abschnitte des Thalamus und im vorderen Anteile der Haube verursacht war, welche Cyste auch auf die innere Kapsel übergegriffen hatte. Tarasewitsch fand Atrophie der Substantia nigra in einem Falle schwerer Destruktion des Thalamus, der inneren Kapsel und des Streifenhügels. Kam konnte desgleichen nach 6 Jahre vor dem Tode erfolgter Zerstörung fast des ganzen Vorderhirns, der Capsula interna und des Corpus striatum eine starke Verkleinerung des gleichseitigen Pes pedunculi und der Substantia nigra beobachten. Die Atrophie zeigte sich auch an den einzelnen Zellen sehr deutlich.

Nach Bechterew (1899) ist in einigen Fällen im Anschlusse an alte Herde im vorderen Kapselschenkel neben absteigender Faserdegeneration der fronto-pontinen Bahn Zellatrophie in der Substantia nigra nachgewiesen worden. Die Substantia nigra

stehe vorzugsweise mit den hinteren, lateralen Stirnwindungen und den unmittelbar über der Fossa Sylvii befindlichen Rindengebieten in Zusammenhang. Das Stratum intermedium setze die Substantia nigra mit der Hirnrinde und vielleicht auch mit dem Nucleus caudatus in Verbindung.

Wie Jelgersma sagt, führt halbseitige Hirnatrophie zu Atrophie der Substantia nigra und des Corpus Luysii. Shukowski fand nach Zerstörung der Stirnlappen des Kaninchens mit der Marchi-Methode u. a. Faserdegeneration im Stratum intermedium und in der Substantia nigra. Nach Jurman findet sich mittels Marchi-Methode nachweisbare Faserdegeneration in der Substantia nigra bei Hunden „im Anschlusse an Läsionen der hinteren lateralen Stirnlappengebiete und der Rinde über der Fossa Sylvii", und zwar betrifft die Degeneration, wenn die erwähnte Beschädigung mehr nach vorne gelegen ist, die medialeren, wenn mehr nach hinten, die lateraleren Fasermassen der Substantia nigra.

Obersteiner erwähnt, daß von der oralen Seite her Fasern in die Substantia nigra einstrahlen, welche aus dem Nucleus caudatus und dem Putamen und auf dem Wege der inneren Kapsel wohl auch aus den frontalen Anteilen der Hirnrinde stammen. Déjerine kam auf Grund seiner Befunde zu der Anschauung, die Substantia nigra bekomme Fasern aus den Zentralwindungen. Besteht eine Läsion der Rinde der Zentralwindungen, so folgt eine Degeneration in der Substantia nigra und der degenerierte Sektor entspricht ziemlich genau der degenerierten Zone des Hirnschenkelfußes. Ein Teil der Fasern, welche sich in die Substantia nigra begeben, endet daselbst, ein anderer durchsetzt sie in einzelnen Bündelchen, um sich der Schleife anzuschließen und erst weiter kaudal in das Pyramidensystem zurückzukehren.

Auch Kosaka fand nach Zerstörung der motorischen Region bei Affen und Hunden Degeneration des Stratum intermedium, dessen Fasern sich in der Substantia nigra verlieren, zum Teil aber auch durch dieselbe zur Schleife ziehen. In einem Falle von experimentell erzeugter schwerer Destruktion des Streifenhügels sah Kosaka deutliche Degeneration der Substantia nigra, besonders in ihren oberen Anteilen.

Economo exstirpierte Kaninchen ein kaum mehr als

stecknadelkopfgroßes Stück der Hirnrinde, und zwar jenes, von dem aus man mit schwächeren Strömen noch deutliche Kaubewegungen hervorrufen konnte, während es von den nächst benachbarten Stellen bei dieser Stromstärke nicht mehr gelungen war. Diese Stelle, von der aus durch Reizung rhythmische Kaubewegungen mit darauf folgender Schluckbewegung hervorgerufen werden können, liegt an der lateralen Fläche des Vorderhirns, etwas vor und unter der Extremitätenregion. Dieser Operation nun folgte eine an Marchi-Präparaten sichtbare Degeneration eines Faserzuges im Marklager, innerer Kapsel und im Gebiet des Feldes der motorischen Hirnnerven im Pes pedunculi, welcher Faserzug dorsal durch das Stratum intermedium in den darüber liegenden medialen Teil der Substantia nigra eintrat. Da sich weder dorsal von der Substantia nigra im Tegmentum noch auch an kaudaleren Schnitten degenerierte Fasern fanden, sondern alle sich in der Soemmeringschen Substanz aufsplitterten, so war damit eine Verbindung des kortikalen Kauzentrums mit dem medialen Teil der Substantia nigra erwiesen.

Ramón y Cajal sah Kollateralen vom Fuße in die Substantia nigra einstrahlen. Diese Kollateralen erscheinen entwicklungsgeschichtlich erst spät und fehlen gänzlich bei neugeborenen Tieren (Ratten und Kaninchen). Den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen sie bei Katze und Kaninchen zwischen dem 20. und 30. Tag. Lewandowsky erwähnt ebenfalls Aufsplitterungen des Pedunculus cerebri in der Substantia nigra Soemmeringii. Edinger spricht von einer Verbindung des Streifenhügels mit derselben.

Man sollte glauben, daß durch diese Reihe von Befunden ein Zusammenhang des Großhirns mit der Substantia nigra sichergestellt sei; und doch konnten Münzer und Wiener nach fast vollständiger Entfernung des Großhirns beim jungen Kaninchen keine Beeinflussung der Substantia nigra beobachten; sogar nach Großhirn- plus Thalamus-Zerstörung erscheint die Substantia nigra normal, wenngleich die Autoren betonen, daß bei noch tiefer gehender Verletzung des Zwischen-, respektive Mittelhirns auch die Substantia nigra hochgradig atrophiert erscheint. „Vollkommen unabhängig vom Großhirn erschien . . . . die Substantia nigra . . . . . beide Vierhügel . . . . die Hinterstrangskerne."

Probst fand zufällig bei einer obduzierten Katze eine Cyste vor, die den vorderen Teil der dritten und vierten Außenwindung zerstört hatte. Die Cyste hatte wohl eine Atrophie des Luysschen Körpers verursacht, die Substantia nigra hingegen erschien durch den Markfaserschwund des Hirnschenkelfußes sogar etwas breiter. Jedenfalls muß man aber der erheblichen Anzahl positiver Befunde einen größeren Wert beimessen als den beiden negativen Angaben von Münzer und Wiener und von Probst.

Vor wenigen Jahren beschrieb Mingazzini einige Fälle, die wiederum die Beziehung der Substantia nigra mit der Großhirnrinde beweisen sollten. Die diesbezüglichen Resultate Mingazzinis waren: Jede Beziehung zwischen der Substantia nigra und erster und zweiter Stirnwindung ist zu leugnen. Es besteht kein Parallelismus zwischen der Degeneration der verschiedenen Teile der Substantia nigra und der entsprechenden Abschnitte des Hirnschenkelfußes, wenigstens waren bei vollständigem Untergange des Türckschen Bündels die lateralen Zellen in der Substantia nigra fast ganz unversehrt. Die Anschauung Déjerines, daß die Bahn zur Substantia nigra von den Zentralwindungen herkomme, erhält durch Mingazzini eine neue Stütze, wenn auch die Substantia nigra außer von den Zentralwindungen auch aus anderen Gebieten Faserzüge bekommen mag. Die Bahnen zur Substantia nigra scheinen zum Teile wenigstens auch den Thalamus zu durchziehen.

Wenn wir nun zu den Verbindungen der Substantia nigra mit der Haube und vorerst speziell mit der Schleifenschicht übergehen, so liegen außer den Befunden über den Verlauf der Achsenzylinder aus der Substantia nigra in die Haube folgende Angaben vor: Werdnig fand in einem Falle herdförmiger Erkrankung der Substantia nigra neben partieller Degeneration des Hirnschenkelfußes auf- und absteigende Degeneration der Schleife. Bechterew hatte im Jahre 1885 die Ansicht ausgesprochen, der mediale, feine Fasern führende Teil der Schleifenschicht habe sein oberes Ende möglicherweise durch Vermittlung der Substantia nigra im Corpus striatum und verliere sich andererseits im Nucleus reticularis tegmenti.

Kölliker beschreibt Fasern, die in großer Anzahl aus der Substantia nigra schief lateral und dorsalwärts verlaufend,

teils mit ihrer Hauptmasse dem Lemniscus medialis sich anschließen und denselben sehr wesentlich verstärken, teils denselben durchsetzend in die laterale Haubengegend ausstrahlen und sich hier verlieren.

Tschermak fand mittels der Marchi-Methode bei Schleifendegeneration degenerierte feine Fasern, die im Niveau des vorderen Vierhügels von der Schleife zur lateralen Hälfte der Substantia nigra ziehen. Über diesen Befund spricht sich Tschermak folgendermaßen aus: „Als noch weniger verständlich bezüglich des Anschlusses weiterer Systeme muß wenigstens vorläufig die wenig reichliche Kollateralverbindung der gekreuzten Hinterstrangskern-Großhirnsysteme mit der Substantia nigra Soemmeringii bezeichnet werden, eine Beziehung, welche auch dem Pyramidensystem sowie einem starken latero-ventral aus der Hauptschleife abgehenden Faserbündel zukommt." Jurman beobachtete nach Zerstörung der Hinterstrangskerne des verlängerten Marks sekundäre Degeneration der Fasern, welche aus der Schleife zur Substantia nigra ziehen. Bechterew bezeichnet die Beziehung der Substantia nigra zu der Schleife als fraglos.

Probst konnte mit der Methode von Marchi bei Degeneration der Schleife keine sichere Beziehung derselben zur Substantia nigra und zum Corpus Luysii nachweisen. Ebenso hatte sich in einem Falle von P. Meyer bei vollständiger Hinterstrangssklerose die Substantia nigra sowie der rote Kern normal erwiesen.

Döllken konstatierte mittels der Flechsigschen Methode der Verfolgung der Markscheidenentwicklung, daß eine geringe Anzahl Fasern aus der Schleife auch in die Substantia nigra eintritt. Noch vor der Entwicklung dieser an 5- bis 8tägigen Kaninchen beobachteten Myelinfasern aus der Hauptschleife tritt am dritten Lebenstage bei Katzen und Kaninchen eine sehr zarte, markhaltige Verbindung des Corpus Luysii mit der Substantia nigra auf. Um diese Zeit lassen sich auch schon spärliche, später jedoch zahlreiche Fasern aus dem mittleren Vierhügelmarke in die Substantia nigra, besonders in die dorsalen, zellreichen Teile derselben verfolgen. Auch eine Verbindung der Substantia nigra mit dem roten Haubenkern, respektive mit dem Brachium conjunctivum erscheint Döllken nicht ausgeschlossen.

Nach Kölliker stammen Bogenfasern des tiefen Marks aus der Substantia nigra sowie aus dem Corpus geniculatum mediale. Auch Bechterew sagt, daß sich aus der Substantia nigra, insbesondere aus deren lateralem Abschnitt, ziemlich zahlreiche Fasern durch die Schleifengegend zum vorderen Vierhügel begeben. Ziehen läßt in den dorsalen Pol der Substantia nigra von Pseudochirus peregrinus zahlreiche Fasern aus dem vorderen Vierhügelgebiet eintreten. Marburg beschreibt desgleichen Meridionalfasern aus dem vorderen Vierhügel zur Substantia nigra, wo sie sich aufspittern. In seinem Atlas sind diese Fasern als Fe Qu (Fibrae efferentes tecti) bezeichnet; sie entspringen aus dem tiefen Mark gemeinsam mit den Fasern des Tractus tectospinalis, ziehen aber in geradem Verlauf ventrolateral durch die Schleifenschicht nach abwärts zu der Substantia nigra, wo sie oralwärts noch als Querschnitte zu beobachten sind. Diese Fasern sind wohl identisch mit jenen, welche Cajal, wie wir bereits gehört haben, bei der Ratte als haarbüschelförmigen Faserzug aus der Substantia nigra in das Tegmentum beschrieben hat und identisch mit den von Spitzer und Karplus degenerativ dargestellten Fasern aus der Substantia nigra.

Diese beiden Forscher setzten von der Schädelbasis aus Läsionen der basalen Hirnabschnitte bei Macacus und verfolgten dann mittels der Marchi-Methode degenerierte Fasern aus dem lateralsten Teile der Substantia nigra zum tiefen Marke des vorderen Vierhügels. Diese Fasern verlaufen von der Substantia nigra dorso-medial und gleichzeitig etwas kaudal und wenden sich ungefähr in der Mitte der Substantia reticularis brüsk dorsalwärts, um fächerförmig cerebralwärts sich ausbreitend in den Vierhügel einzustrahlen. Im Vierhügel selbst finden sich längsgetroffene, feine, degenerierte Fasern, welche senkrecht zu der Richtung des tiefen Marks aus demselben lateralwärts ziehen, die Schleifenschicht des Vierhügels radiär durchqueren und sich im Grau zwischen Schleifenschicht und Opticusschicht verlieren. Es sind das offenbar Kollateralen und rechtwinkelig umbiegende Faserenden des Zuges aus der Substantia nigra. Der zweite Teil der bei dem Macacus in der Substantia nigra degenerierten Fasern zieht spinalwärts und bildet das absteigend degenerierende Stratum intermedium. Spinalwärts legt es sich dem dorsalen Rande der degenerierten Pyramiden immer mehr

an, wurde deshalb auch von den Autoren als „dorsales Grenzbündel der Pyramiden" bezeichnet, in den frontalsten Ebenen der Brücke jedoch schließt es sich der Schleife an, um im letzten Viertel des Pons wieder zur Pyramide zurückzukehren. Einen Zuwachs bekommt nach Spitzer und Karplus das Stratum intermedium einerseits aus den dorso-lateralsten Fasern des Fußes, anderseits durch Fasern, die etwa aus der Mitte des Pes pedunculi ventral hervortreten, dessen Rand lateralwärts umgreifen und sich dorsalwärts ziehend in der dorsolateralen Ecke der Substantia nigra verlieren. Fasern in der Substantia nigra, welche zum Teil dem Stratum intermedium entsprechen, wurden auch von Probst infolge von Sagittalläsionen durch vordere und hintere Zweihügel und Brücke degeneriert gefunden, ohne daß jedoch dieser Befund irgendwie erklärt oder gedeutet worden wäre.

Daß das Stratum intermedium mit der Substantia nigra in Beziehung steht, hält auch Obersteiner für höchstwahrscheinlich und Ziehen für zweifellos. Ziehen beschreibt übrigens bei Tarsius spectrum noch reichliche Fasern, welche aus der Substantia nigra in sein Pedamentum laterale einstrahlen, das Grau, welches die Oculomotoriuswurzel durchsetzt und in welchem ein Teil des Tractus peduncularis transversus entspringe. Bei Galeopithecus volans spricht Ziehen von der Endigung eines großen Teiles des Pedunculus corporis mamillaris in der Substantia nigra.

Pawlow beschreibt ein in seinen Versuchen zur Degeneration gebrachtes, distinktes, quergetroffenes Bündel, welches sich konstant dorso-lateral vom Corpus geniculatum vorfindet. Dieses Bündel endigt in den proximalen Abschnitten des Thalamus opticus und soll, wie Pawlow vermutet, in der Substantia nigra entspringen. An anderer Stelle sagt Pawlow, das Bündel komme aus der Substantia nigra und endige im dorso-lateralen Abschnitte des Corpus geniculatum.

Ich habe an Sagittalserien einzelner Tiere, besonders an Hund und Katze einen Faserzug beobachtet, welcher anscheinend aus der lateralsten und kaudalsten Gegend der Substantia nigra dorso-kaudal zum Velum medullare anterius emporzieht, wo er nicht weiter verfolgt werden kann; bei anderen Tieren, bei denen dieser als Fasciculus circumflexus lemnisci lateralis bezeichnete Faserzug

kaum deutlich zu erkennen war, sah ich zahlreiche Fasern vom oberen Kern der lateralen Schleife ventro-oral in den lateralen Abschnitt der Substantia nigra einstrahlen (Fibrae ventrales nuclei lemnisci lateralis).

3. Physiologische Untersuchungen über die Substantia nigra Soemmeringii.

Es liegen meines Wissens nur von zwei Autoren Untersuchungen über die physiologische Bedeutung der Soemmeringschen Substanz vor. In einer anscheinend wenig bekannten russischen Arbeit, die wir übrigens schon zu zitieren Gelegenheit hatten, legte Jurman dar, daß die Substantia nigra ein Zentrum für den Schluckakt sei. Jurman machte seine Versuche elektrischer Reizung der Substantia nigra an Hunden nach zweierlei Methoden: Einmal trepanierte er unten vom Rachen aus, das anderemal trug er die Hemisphären von oben ab, legte die Vierhügel frei und führte einen Frontalschnitt durch letztere bis zum Hirnschenkelfuß. In der ersten Versuchsreihe wurden die Elektroden eines Induktionsstromes an die mediale Region der Substantia nigra appliziert, in der zweiten auch an die laterale. In beiden Fällen wurden mit Beständigkeit Schluckbewegungen ausgelöst, die von Veränderungen der Respiration begleitet waren.

Später unternahm es Economo von jener bekannten Stelle der Rinde, von der aus durch Reizung rhythmische Kaubewegungen mit darauf folgender Schluckbewegung (Réthi) auszulösen sind, die zentralen Bahnen des Kau- und Schluckaktes zu verfolgen. Die eine Methode, die der Degeneration der Bahn nach Exstirpation des Rindenzentrums, führte, wie wir bereits gehört haben, zu dem Ergebnis, daß die Bahn im medialen Teil der Substantia nigra ihr Ende findet. Die zweite Methode, die der schichtweisen Abtragung der Hirnmasse und Verfolgung derjenigen Punkte des Marklagers, von denen aus durch elektrische Reizung jeweilig Kaubewegungen hervorgerufen werden konnten, führte zum gleichen Resultat. Ebenso wie an den Degenerationspräparaten mit dem Mikroskop, so konnte Economo hier mit den Elektroden die Kaubahn verfolgen und fand mit beiden Methoden den gleichen Verlauf und die gleiche Endigung der Bahn im medialen Abschnitt der Substantia nigra. Es befindet

sich also in der Substantia nigra das postulierte Zentrum, „in dessen Funktion es liegt, auf den Willensimpuls der Hirnrinde die Bewegungskombination des normalen Freßaktes als Ganzes auszulösen". „Es ist wohl sehr wahrscheinlich, daß dieses Zentrum auch unabhängig vom Großhirn in Funktion treten kann; denn Tiere, denen das kortikale Kauzentrum beiderseits entfernt worden ist, ja Tiere ohne Großhirn, vermögen nach kürzerer oder längerer Zeit wieder zu kauen und zu schlucken".

Nicht ohne Belang für die Beurteilung dieser Befunde erscheint mir übrigens die Angabe Jurmans, daß nach Abtragung einer ausgedehnten Rindenpartie, in welcher auch das kortikale Schluckzentrum enthalten ist, die laterale Hälfte der Substantia nigra degeneriert, während ja Economo seine Kau-Schluckbahn zum medialen Teil der Substantia nigra verfolgt und von hier aus durch elektrische Reizung die entsprechende Bewegungskombination erhalten hatte.

Schon neun Jahre zuvor hatte Réthi mit der Methode der schichtweisen Abtragung und Reizung des Marklagers die zentrale Kaubahn bis zur Regio subthalamica verfolgt, wo plötzlich die Sukzession der Bewegungen aufhörte und er durch Reizung nur eine Masseterenkontraktion erhalten konnte. Réthi postulierte also unter- oder innerhalb des Thalamus opticus ein Koordinationszentrum für der Kauakt.

In ähnlicher Weise verfolgte Carpenter die Bahn für die Kaubewegungen durch den mittleren Abschnitt der inneren Kapsel bis in den vorderen Teil des Hirnschenkels, an dessen medialem Rande die Bahn verlauft; er glaubt, sie entspreche der frontalen Brückenbahn.

Diese Ergebnisse Réthis und Carpenters stehen in gutem Einklang mit den später folgenden Untersuchungen Economos. Bechterew hatte im Jahre 1894 noch die Ansicht ausgesprochen, daß das von Réthi postulierte Kau-Schluckzentrum sich im Thalamus befinde, welcher ja auch das Zentrum für die Magen- und Darmbewegung sei. Vom Thalamus aus werde der ganze Komplex der zur Ernährung notwendigen Bewegungen, mit Kau- und Schluckbewegung beginnend und mit der Darmbewegung endend ausgelöst. Im Jahre 1908 verzeichnet Bechterew in einem Schema bereits die Substantia nigra als das Zentrum, von dem aus koordinierte Impulse an die beim Kauen und

Schlucken beteiligten motorischen Bulbärkerne abgegeben werden. Wenn es also auch sehr wahrscheinlich ist, daß in der Tat ein Teil der Substantia nigra bei der eben erwähnten Koordination beteiligt ist, so verdient doch die folgende Angabe Trapeznikows Beachtung.

Dieser Forscher hatte nämlich durch Reizung mittels elektrischen Stromes Schluckbewegungen nicht nur vom hinteren Abschnitt des Sehhügels und vom vorderen Teil der Zweihügel, sondern auch vom hinteren Winkel der Fossa rhomboidalis aus hervorrufen können. Dieser Befund spricht, wenn man die Möglichkeit von Stromschleifen nicht in Betracht zieht, für die Anschauung Probsts, welcher das Zentrum für Kau- und Schluckakt in die cerebrale V. Wurzel lokalisiert, die bei dem Versuche Trapeznikows wohl gereizt worden sein dürfte. Probst findet nämlich in der Existenz der von ihm beschriebenen Fasern, welche von der cerebralen V. Wurzel nach Austritt des Trigeminus kaudalwärts bis zum Austritt des Glassopharyngeus verfolgbar sind, den anatomischen Ausdruck für den automatisch-reflektorischen Kau- und Schluckakt. Nach Langendorff ist die Annahme eines übergeordneten Koordinationszentrums für den Schluckakt überflüssig; die entsprechenden Hirnnervenkerne selbst bilden das Schluckzentrum.

Anführen will ich noch eine Bemerkung Brissauds, der auf Grund eines Falles von Tuberkel in der Substantia nigra mit den klinischen Erscheinungen einer kontra-lateralen Parkinsonschen Hemiplegie die Substantia nigra für ein Zentrum zur Regulation des Muskeltonus hält. Ausfall der Funktion der Soemmeringschen Substanz führe zu Steifheit der Muskulatur und zu Störungen der Mimik. „Une lésion du locus niger pourrait bien être le substratum anatomique de la maladie de Parkinson.”

Diese Anschauungen sind wohl durch die Befunde Halbans und Infelds bereits widerlegt.

II. Vergleichend-anatomischer Teil.

Die zahlreichen Serien, auf welche sich die folgenden Beschreibungen stützen, sind nach Weigert-Pal tingiert und meist auch für das Studium der Zellen zum Teil mit Alaun-Cochenille (Czokor) nachgefärbt. Einzelne Serien enthalten

Karmin- oder Nissl-Präparate. Bei der Beschreibung der Serien will ich dieselben immer von der Brücke oralwärts verfolgen, doch werde ich nicht die genaue Beschreibung einzelner Querschnitte geben, sondern ein aus der wiederholten Betrachtung einer größeren Anzahl von Schnitten gewonnenes Gesamtbild der Substantia nigra. Beim Menschen und auch bei einzelnen Tieren standen mir mehrere Serien zur Verfügung; in solchen Fällen wurde bei der Beschreibung stets auf alle durchgesehenen Serien Rücksicht genommen.

Primates.

1. Homo sapiens. Der kaudale Beginn der Substantia nigra (s. n.) dokumentiert sich in Form einzelner pigmentierter[1]) Zellen, etwa in der Mitte zwischen Medianlinie und Peripherie des Querschnittes, zwischen der Schleifenschicht und der Brückenformation. Einzelne Zellen sind häufig in diese letztere versprengt. Rasch nehmen die Zellen oralwärts an Menge zu und erstrecken sich lateral bald bis an die äußere Grenze des Querschnittes und dann auch medial bis an die Fossa interpeduncularis. Es scheinen gerade in diesem medialen Abschnitt der s. n. zuerst nur pigmentlose Zellen aufzutreten, denen sich aber bald pigmentführende Zellen zugesellen. Die lateralen pontinen Bündel Schlesingers trennen sich allmählich von der Schleifenschicht ab und sammeln sich am dorso-lateralen Rand des Hirnschenkelfußes als Bündel von Faserquerschnitten. Zahlreiche Fasern ziehen von der Schleife zur Brückenformation und dann zum Fuß, zunächst in dickeren Bündeln, dann einzeln und es lassen sich des öfteren einzelne markhaltige Fasern während ihres ganzen Verlaufes durch die Soemmeringsche Substanz verfolgen.

Ganz ungezwungen ergibt sich nun deutlich folgende Einteilung der Zellen (Fig. 1). Eine laterale Zellgruppe in Form eines runden, deutlich abgrenzbaren Ganglions erscheint ventral bogenförmig von den Schlesingerschen lateralen pontinen Bündeln, dorsal von feinen Fasern umschlossen, die zum Teil quergetroffen, zum Teil in die Haube emporziehend den in Marburgs Atlas als Fibrae efferentes tecti und Fibrae rectae bezeichneten Fasern entsprechen. Wir wollen aus später zu erörternden Gründen die ersteren Fibrae subthalamicae substantiae nigrae (f. s.), die letzteren Fibrae efferentes substantiae nigrae (f. e. n.) nennen. Aber auch seitlich von dieser so begrenzten Zellgruppe finden sich einzelne pigmentierte Zellen, lateral von der Schleifenschicht, ventral vom Bracchium quadrigeminum posterius und an kaudalen Schnitten gegen die Peripherie durch die feinen Fasern des Propons, später durch das C. genic. med. abgegrenzt. Die in der Mitte der s. n. befindlichen intermediären Zellen werden durch feine längs- und schiefgetroffene, meist horizontal verlaufende Fasern, die an einzelnen Schnitten

[1]) Selbstverständlich erst von dem entsprechenden Alter von etwa 2 bis 3 Jahren an.

und besonders an solchen Gehirnen stark auffallen, bei denen der Hirnschenkelfuß sein Mark noch nicht oder noch nicht vollständig erhalten hat,

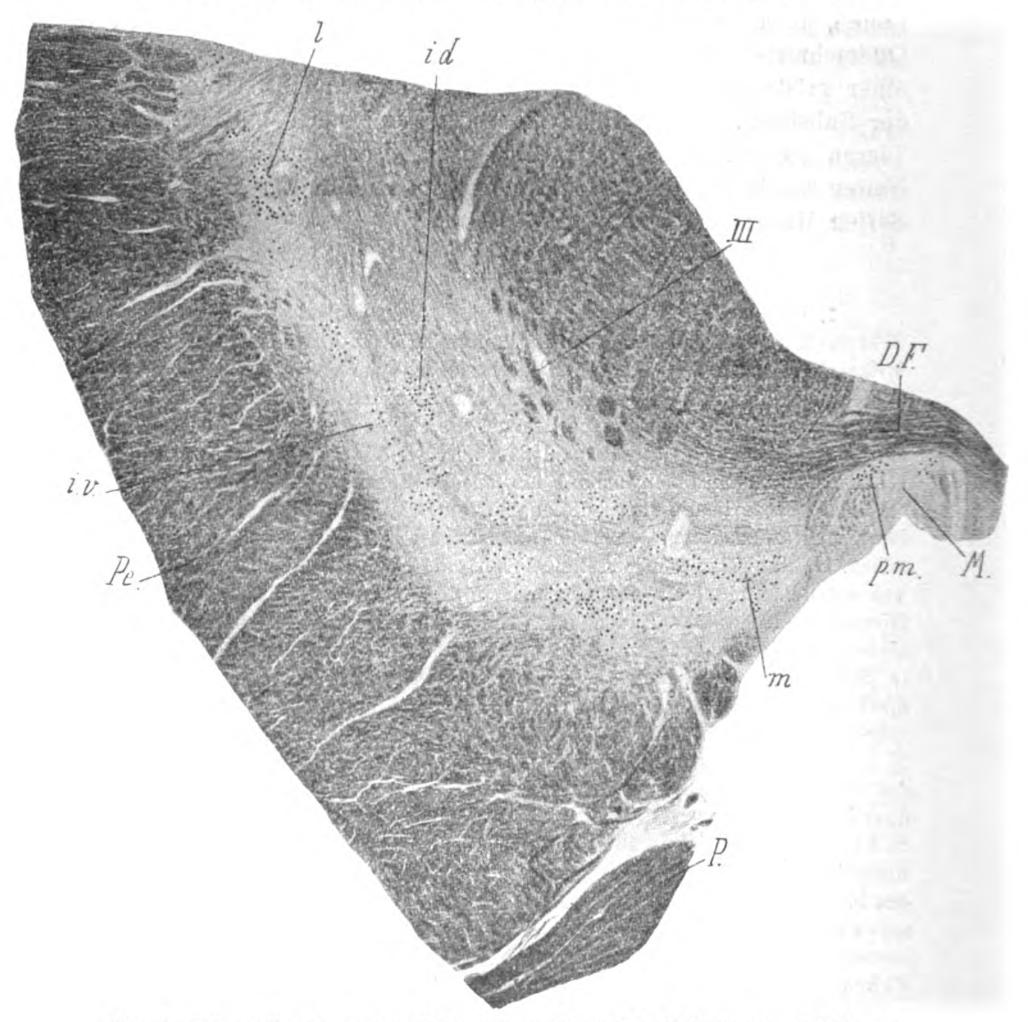


Fig. 1. Substantia nigra vom Menschen. *l* laterale Zellgruppe; *i.d.* intermediäre dorsale, *i.v.* intermediäre ventrale, *m* mediale, *p.m.* paramediane Zellgruppe; *M* Mittellinie; *D.F.* Forelsche Haubenkreuzung; *III.* Oculomotorius; *P.* Pons; *Pe.* Pes pedunculi.

deutlich in eine dorsale und in eine ventrale Schicht geschieden. Die ventrale Etage ist dichter, die dorsale mehr diffus ausgebreitet. Gegen die Mitte zu fließen die beiden Etagen der intermediären Zellgruppe zusammen

zu der medialen Zellgruppe. Eine Anzahl kleinerer pigmentierter Zellen findet sich auch in der Fossa interped., knapp neben der Mittellinie, unterhalb der Forelschen Kreuzung der Tr. rubrospinales und verschwindet bald gleichzeitig mit dieser Dekussation. Ich will diese paramediane Zellgruppe wegen ihres Pigmentgehaltes noch der s. n. und nicht dem g. interped. zurechnen. Meist finden sich besonders in der mittleren und lateralen Zellgruppe einzelne auffallende Zellanhäufungen, die in einer markhaltige Fasern entbehrenden, im Weigert-Präparat infolgedessen durch ihre weiße Färbung hervortretenden Grundsubstanz eingebettet, von zahlreichen, feinen, markhaltigen Fasern umflochten den Eindruck selbständiger Ganglien machen. Manche solcher Ganglien finden sich auch heterotopisch in das Gebiet der Haube verlagert und gerade von diesen heterotopischen Zellgruppen lassen sich besonders deutlich ebenso wie bei kindlichen Gehirnen Fasern durch das Tegmentum gegen das zentrale Höhlengrau und auch die s. n. durchquerend in den Hirnschenkelfuß verfolgen. Merkwürdig konstant ist eine solche Heterotopie in der Gestalt eines horizontalen Streifens in der ventralen Kapsel des roten Kerns, dort wo dieselbe sich dem Forelschen Haubenfeld anschließt.

Aus dem Gebiet der f. s. sah ich Fasern in nach außen konvexem Bogen die laterale Zellgruppe der s. n. umziehen und an der Grenze gegen den medialen Kniehöcker im Hirnschenkelfuß verschwinden; lateral von diesen Bogenfasern liegen übrigens noch die erwähnten pigmentierten äußersten Zellen der s. n. Die f. s. verbreiten sich nun auch in das Gebiet der intermediären Zellen, deren dorsale Etage zum größten Teil in einer Reihe unter den f. s. liegt, doch auch innerhalb und über den f. s. finden sich vereinzelte pigmentierte Zellen. Feine markhaltige Fasern durchwandern allenthalben die s. n. und wenden sich zum Teil in den Fuß, zum Teil in die Haube. Da sie früher markhaltig werden, als die Fasern des Pes pedunculi, treten sie besonders deutlich an Gehirnen Neugeborener hervor. Am spätesten scheinen die im medialen Teil der s. n. oft bogenförmig zum Fuß verlaufenden Fasern ihr Mark zu bekommen. In frontaleren Ebenen läßt sich die Einteilung der intermediären Zellen in eine dorsale und ventrale Schicht nicht mehr durchführen, die Zellen liegen vielmehr in Haufen nebeneinander und gehen direkt in die laterale Zellgruppe und auf der anderen Seite in die zwischen den Wurzelbündeln des III. mächtig angewachsene mediale Zellgruppe über. In der Fossa interped. ist an Stelle des G. interped. der Tiere eine zapfenförmige gliöse Auflagerung zu beiden Seiten der Mittellinie aufgetreten, die auf nicht weit oraleren Schnitten wieder verschwindet. Das sogenannte Stratum intermedium (str. i.), welches sich medial an die lateralen pontinen Bündel anschließt und welches aus Querfaserbündeln über dem dorsalen Rand des Fußes besteht, nimmt oral an Stärke zu. Die laterale Zellgruppe verschwindet, an ihre Stelle tritt das sie früher begrenzende dichte Fasernetz. Über den intermediären Zellen bemerkt man feine Fasern, die parallel mit der ventralen Kapsel des N. ruber lateralwärts verlaufen; sie scheinen besonders von den medialen Zellen der s. n. zu stammen und sich medial an die f. s. anzuschließen. Dorsal von den letzteren treten Querschnitte

von Fasern auf, welche sich anscheinend aus dem lateralsten Gebiet des Pes ped. und aus dem Tr. opticus, respektive wahrscheinlich aus der Commissura Meynert unter dem Forelschen Haubenfeld (F. H.) angesammelt haben. Diese Faserquerschnitte sind auch in Marburgs Atlas auf Querschnitt 19 deutlich zwischen dem F. H. und den f. s. zu sehen.

Sobald die linsenförmige Gestalt des Corpus subthalamicum Luys (C. L.) sichtbar wird, erscheinen die äußeren, das sind nunmehr nach Wegfall der lateralen Zellgruppe die intermediären Zellen gegen die Mittellinie verdrängt. In Bündelchen und einzeln ziehen Fasern aus der s. n. ventro-medial in das Gebiet des Fußes herab. Schon beim ersten lateralen Auftreten des C. L. sieht man markhaltige Fasern in zwei Abteilungen die Raphe kreuzen. Die dorsale Kreuzung verlauft zwischen den Überresten der Fasc. long. post., die ventrale setzt sich oralwärts in die Commissura supramamillaris fort. Ob die letztere auch in diesen kaudalen Ebenen schon eine Verbindung der C. L. herstellt, vermag ich nicht zu entscheiden. Feine längsgetroffene Fasern ziehen neben der Mittellinie aus dem zentralen Höhlengrau, zum Teil wohl auch aus dem Gebiet des F. l. p. herab, um sich mit den Fasern der eben besprochenen ventralen Kreuzung der weiteren Verfolgung zu entziehen. An geeigneten Schnitten sieht man auch, daß Fasern vom Boden des III. Ventrikels lateral vom C. mamillare in die s. n. einstrahlen. Die f. s. mit den ihnen medial anliegenden Fasern aus den medialen Abschnitten der s. n. bildeten schon eine Zeitlang die dorsale Grenze der letzteren und da nun die f. s. mit den erwähnten Fasern in die ventrale Kapsel des Luysschen Körpers eintreten, so werden die Zellen der s. n. naturgemäß ventromedial vom C. L. verdrängt, bis sie mit seiner Ausbreitung gegen die Medianebene und seiner Dickenzunahme gänzlich verschwinden. Die früher beschriebenen Querschnitte zwischen f. s. und F. H. halten sich dorso-medial vom Luysschen Körper, um erst bei stärkerer Entwicklung desselben sich an der Bildung seiner dorsalen Kapsel zu beteiligen.

2. Simia satyrus. Vom Orang standen mir drei Serien zur Verfügung. Bis auf das Fehlen des Pigmentes in den Zellen der s. n.[1]), welches Moment ich bei den folgenden Tieren überhaupt nicht mehr erwähnen will, scheint kein irgendwie auffälligerer Unterschied im Bau der s. n. gegenüber dem Menschen zu bestehen. Kaudal beginnt die s. n. wie beim Menschen mit dem mittleren Abschnitt, oralwärts breiten sich die Zellen lateral und medial aus, deutlich erkennbar ist die Gruppenbildung der Zellen in eine mediale, intermediäre und laterale Zellansammlung. Die intermediäre Gruppe ist im allergrößten mittleren Teil der s. n. durch markhaltige Fasern in eine dorsale und ventrale Schicht geschieden, in den frontalsten Abschnitten liegen die Zellen in Haufen nebeneinander. Die laterale Zellgruppe ist nicht so deutlich abgrenzbar wie beim Menschen, und zwar infolge des geringeren Hervortretens der sie umgrenzenden Fasermassen. Indes ist hier auch die

[1]) Ganz unerklärlich ist mir die Angabe von Krause und Klempner, welche bei der Beschreibung des Mittelhirns vom Orang-Utan folgendes sagen: „Zwischen Brücke und Haube schiebt sich ein grauer, stark pigmentierter (!) Streifen ein, die Substantia nigra Soemmeringii."

Ausbildung der lateralen Zellgruppe sowie ganz besonders der beim Menschen beschriebenen lateralsten Zellen geringer als beim Menschen. Die mediale Zellgruppe wächst besonders im oralen Abschnitt der s. n. mächtig an. Eine paramediane Zellgruppe ist auch beim Orang deutlich ausgebildet; ich glaube wenigstens die nur in der Höhe der Forelschen Kreuzung vorkommenden ventro-lateral von den kleinen Zellen des G. interped. liegenden Zellen als paramediane Gruppe der s. n. ansprechen zu dürfen, wiewohl hier. das Kennzeichen der Zugehörigkeit zur s. n., die Pigmentierung, fehlt Heterotopien der s. n. sind bei Tieren wegen des Fehlens von Zellpigment nicht leicht zu konstatieren; in der Form von Ganglien, wie sie sich beim Menschen vorfinden, konnte ich sie beim Orang nirgends sehen. Was die Fasern der s. n. anlangt, so findet sich wie beim Menschen ein reiches Geflecht besonders zwischen der dorsalen und ventralen Etage der intermediären Zellgruppe, zahlreiche Fasern ziehen namentlich von den lateralen Partien der Soemmeringschen Substanz in die Haube und zahlreiche zum Hirnschenkelfuß. Besonders auffallend sind die horizontal ziehenden, von den medialen Abschnitten herkommenden Fasern im oralen Teil der s. n. Das Str. i. ist mächtig entwickelt.

3. Hylobates niger. Bei dieser Serie wechseln Weigert-Pal-Präparate mit Karmin-Präparaten ab. Es zeigt sich wiederum zuerst die intermediäre Zellgruppe, welche später die zwei Etagen erkennen läßt. Anfangs sind diese zwei Etagen durch einzelne Zellbrücken verbunden. Die ventrale Zellschicht ist regelmäßiger als die dorsale. Die beiden Etagen bleiben deutlich erkennbar bis zu Ebenen, wo das C. L. die s. n. schon ziemlich verdrängt hat. Die laterale Zellgruppe verschwindet in oraleren Ebenen bald, wenigstens verschwinden die für dieselbe charakteristischen großen Zellen. Die mediale Gruppe tritt erst weit oral auf und ist besonders dicht in der Gegend des III.-Austrittes. Eine paramediane Gruppe konnte ich nicht sehen. Sehr gut entwickelt sind die f. e. n., sowie die f. s. In kaudalen Schnitten legen sich an ihre mediale Seite dichte Fasern, welche zwischen den beiden Etagen der mittleren Zellgruppe einherziehen. Das Str. i. ist stark ausgebildet. Die über den f. s. befindlichen Fasern sind deutlich sichtbar und scheinen mit dem F. H. zusammenzuhängen.

4. Semnopithecus nasicus. Wenn schon beim Orang die nicht frontale, sondern von oben vorn nach hinten unten absteigende Schnittrichtung der Serie die Beurteilung der Verhältnisse sehr erschwerte, so ist dies um so mehr noch bei diesem Tiere der Fall. Indes läßt sich mit Sicherheit feststellen, daß kein irgendwie wesentlicherer Unterschied im Bau der s. n. gegenüber den bereits besprochenen Affen besteht. Eine paramediane Zellgruppe konnte ich nicht finden. Die intermediäre Zellgruppe ist wieder durch Fasern in eine dorsale und ventrale Etage geschieden, in oraleren Ebenen dagegen liegen die Zellen in einer Reihe dicht nebeneinander, umzogen von zahlreichen Fasern, die besonders an der Dorsalseite der Zellreihe lateralwärts ziehen und scheinbar zum Teil zur Haube, zum Teil medial von den f. s. zum C. L. verlaufen. Eine deutliche Scheidung der f. s. von den dorsal von ihnen gelegenen, beim Menschen beschriebenen

Fasern scheint noch weniger möglich als beim Orang. Die latorale Zellgruppe ist bei weitem nicht so gut entwickelt wie beim Menschen.

5. Macacus rhesus. Von Macacus standen mir nur Markscheiden-, keine Zellpräparate zur Verfügung. Trotzdem war die gleiche Einteilung der Zellen wie bei den früheren Tieren ersichtlich. Von den auffallend kräftig entwickelten f. s., an deren mediale Seite sich die Grenzfasern der beiden Etagen der mittleren Zellgruppe anlehnen, ziehen büschelförmige, dünne Faserbündel gegen den äußeren Abschnitt des Hirschenkelfußes. Das Str. i. erscheint in oralen Ebenen mächtig.

6. Inuus nemestrinus. Wieder zeigt sich der intermediäre Beginn der s. n., die gleiche Gruppierung der Zellen, die mangelhafte Abgrenzbarkeit der lateralen Zellgruppe. Die dorsale Etage der mittleren Zellen ist in ein Faserwerk eingebettet. Zu den f. s. oder zu den um sie gelagerten Zellen ziehen Faserstränge vom Fuße empor. In den oralsten Ebenen liegen die Zellen in dichter Reihe um die zahlreichen horizontal verlaufenden Fasern, die sich medial an die f. s. anzuschließen scheinen. Von diesen Zellen ziehen einzelne Fasern zum Fuße herab. Dorsal von den f. s. sammeln sich bereits beschriebene Fasern an, deren Herkunft von der medialen Seite des C. genic. lat. deutlich zu erkennen ist. Allmählich entwickelt sich von der Seite her medialwärts sich ausdehnend ein Luysscher Körper, dessen dorsale Kapsel die eben erwähnten Fasern bilden, während die f. s. sich seiner ventralen Fläche anlegen. Die Zona incerta (z. i.) beginnt als jene graue Substanz, welche über den später die Dorsalkapsel des C. subthal. formierenden Fasern erscheint und oral mit der Gitterschicht des Thalamus zusammenhängt.

7. Cynocephalus hamadryas. Bei Cynocephalus erscheinen die ersten Zellen der s. n. zwischen und dorsal von den Schiefschnitten der Schleifenfasern und gehen diffus über in die Zellen der S. reticularis tegmenti. Dadurch unterscheidet sich diese Heterotopie der s. n. von den ganglienförmigen zirkumskripten, wie sie sich so häufig beim Menschen finden. Die äußerst dichten Zellen zeigen dieselbe Anordnung wie bei den bereits besprochenen Tieren. Eine paramediane Zellgruppe ist nicht zu erkennen, die mediale ist wiederum im Gebiet der III.-Wurzel am mächtigsten, die dorsale Etage der intermediären Gruppe ist mehr zerstreut und bisweilen in die Schleifenschicht übergreifend. Einzelne Bündel lassen sich von diesen Zellen zum F. H. verfolgen. Im lateralen Anteil gleicht die s. n. des Cynocephalus der des Macacus. Die laterale Zellgruppe ist noch weniger scharf umgrenzt als bei den früheren Tieren, die Zellen liegen zum Teil zwischen und über den f. s., zum Teil aber in dem breiten Gebiet grauer Substanz zwischen den f. s. und dem lateralsten Abschnitt des Pes pedunculi. Die büschelförmigen Fasern, wie sie sich schon bei Macacus fanden, scheinen teilweise von diesen letzteren Zellen zu den f. s. zu verlaufen. An oraleren Schnitten finden sich die büchelförmigen Fasern zum Fuße auch in medialeren Abschnitten der s. n. Beim Auftreten des C. L. liegen alle Zellen in dichter Reihe zwischen den lateralwärts zum Luysschen Körper ziehenden Fasern. Hier wiederum die mächtige Ausbildung des Str. i.

8. Ateles niger. Vom Macacus unterscheidet sich Ateles durch die geringere Entwicklung der f. s. Über die Existenz einer paramedianen Zell-

gruppe lassen die vorhandenen Präparate keine Behauptung zu. Von den kaudalsten Partien der lateralen s. n. lassen sich einzelne Fasern dorsomedial bis zum zentralen Höhlengrau verfolgen, wo sie anscheinend medial umbiegend mit dem III.-Kern in Verbindung treten. Oral löst der Luyssche Körper, von der Seite her sich ausbreitend, die s. n. ab.

9. Cebus capucinus. Bei Cebus findet sich entsprechend dem kaudalsten Ende der s. n. ein in den seitlichen Teil der Schleifenschicht eingelagertes und lateral von ihr gelegenes, von Fasern zerklüftetes Ganglion, wie es schon bei Ateles, wenn auch bei weitem nicht so deutlich, zu sehen war. Die Zellen der s. n. sind äußerst zahlreich und finden sich in gleicher Anordnung wie bei den beschriebenen Affen. Im Beginn wird die s. n. durch ihre in die Haube verstreuten Zellen der des Cynocephalus ähnlich. Im kaudalen Anteil wird die Trennung der beiden Schichten der intermediären Zellgruppe dadurch undeutlich, daß zahlreiche Zellbrücken zwischen den beiden Etagen vorhanden sind. In oraleren Abschnitten sind besonders lateral dichte Zellanhäufungen vorhanden. Eine nicht allzu kleine paramediane Zellgruppe läßt sich deutlich erkennen. Auch hier finden sich dichte Fasern, die vom seitlichen Fußabschnitt dorsalwärts ziehen und vielleicht mit den dorsalen Zellen der lateralen s. n. in Beziehung treten, vielleicht auch teilweise in die Haube weiter verlaufen. In der gewöhnlichen Weise verdrängt das C. L. schließlich die s. n. gegen die Mittellinie.

Prosimii.

10. Lemur varius. Bei Lemur finden sich schon weitgehendere Unterschiede im Bau der s. n. gegenüber dem Menschen und den Affen. Die s. n. beginnt mit ihrem lateralen Teile, dem sich die mittleren Zellen erst oraler anschließen. Die laterale Zellgruppe der s. n. ist in ein mächtiges Grau eingelagert, welches in kaudalen Ebenen seitlich an die Peripherie des Querschnittes grenzt, da die Fußfaserung sich nicht so weit lateral erstreckt. Büschelförmige Fasern ziehen von den ventralen Zellen des lateralen Abschnittes und wohl auch vom Str. i. und vom Fuß zu dem Faserwerk der f. s. empor. Die Fußfasern, welche darunter sind, scheinen von cerebraleren Gebieten herkommend sich an den Zellen der lateralen Gruppe der s. n., die allenthalben auch zwischen den f. s. verstreut sind, aufzusplittern, denn würden die Fasern den Zellen der s. n. entstammen und sich dem Fuße anschließen, so müßte das Areal des Fußes kaudalwärts zunehmen, während in Wirklichkeit die Fußfaserung sich oralwärts immer mehr seitlich ausbreitet, so daß sie die ventrale Hälfte des lateralen Gebietes der s. n. einnimmt. Von den f. s. ziehen einzelne Stränge in die Haube empor. Die intermediäre Zellgruppe ist oral mächtiger entwickelt, läßt jedoch die Einteilung in zwei Etagen nicht deutlich erkennen. Die mediale Zellgruppe tritt erst ziemlich weit frontal auf, ihre Zellen liegen ebenso wie die anderen Zellen der s. n. auch im und über dem Schleifengebiet, so daß sie diffus in die Zellen der Haube und besonders des kleinzelligen N. ruber übergehen. Eine paramediane Zellgruppe fehlt. Die horizontal durch die Zellen verlaufenden Fasern scheinen mit dem Pedunculus

corporis mamillaris (P. c. m.) in Beziehung zu stehen. Im frontalen Drittel der s. n. ziehen Faserstränge aus der Höhe dieser Horizontalfasern, wohl von den dichten Zellen um dieselben zum Fuße. Diese Stränge verlaufen in einem medial und ventral offenen seichten Bogen und bilden an ihrem dorsalen Ende ein Faserwerk, das sich immer weiter medial hin ausbreitet. Über diesem Fasernetz und mehr seitlich entwickelt sich eine ähnlich dem Luysschen Körper geformte dichte Ansammlung großer Zellen der s. n., von welchen einzelne Fasern zum Fuß herabziehen. Man könnte wohl verleitet werden, diese Zellansammlung als Corpus subthal. anzusprechen, wenn nicht weiter frontal über der Zellansammlung der wirkliche charakteristische Luyssche Körper mit seinen kleineren Zellen, seinem dichten Faserfilz und den abgehenden Fibrae perforantes von lateral her sich ausbreiten würde. Er verdrängt so allmählich die großen Zellen der s. n. ventro-medial. Eine Strecke weit sieht man in der gleichen Höhe F. perforantes vom C. L. und Fasern von den großen Zellen der s. n. dieselbe Richtung zum Fuß einschlagen.

Chiroptera.

11. Pteropus edulis. In mancher Hinsicht schließt sich dieses Tier den Halbaffen an. Wenn wir die Schnittserie von der Gegend des lateralen Schleifenkerns aufwärts verfolgen, so bemerken wir, daß ein Teil dieses Kerns an die Peripherie des Querschnittes rückt und hier sogar eine kleine Prominenz bildet. Deutlich sieht man bei der in unserer Serie befolgten Schnittrichtung von diesem Kern Fasern einesteils gegen das Dach des vorderen Vierhügels, anderseits in die Zellmasse der Brückenkerne verlaufen. Allmählich rückt diese mit dem Schleifenkern zusammenhängende Zellanhäufung ventralwärts und geht in den lateralen Abschnitt der s. n. über. Dieser ist ganz ähnlich beschaffen wie bei Lemur und enthält zahlreiche kleinere und größere Zellen, welche ebenso wie die Zellen der erst oraler auftretenden intermediären und medialen Zellgruppe auch in das Schleifengebiet verlagert sind und diffus in die vielen Zellen des Tegmentum, namentlich des roten Kerns, übergehen. Horizontale Fasern, welche die intermediären Zellen in zwei Etagen scheiden, erweisen sich deutlich als vom P. c. m. ausgehend; ob diese Fasern an den Zellen der s. n. ihr Ende finden, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen. Die durch die Horizontalfasern abgeteilte dorsale Etage ist durch besonders große Zellen ausgezeichnet, welche in oraleren Ebenen, etwa in der Mitte der s. n., zu einem eigenen, in die Schleifenschicht hineinreichenden Ganglion angehäuft sind. Von der lateralen großzelligen Gruppe ziehen büschelförmige Fasern in die Haube, wo sie die ventralsten jener Radiärfasern bilden, welche allenthalben von der Peripherie gegen das zentrale Höhlengrau hinziehen, indem sie die der Schleifenschicht angehörige lateral vom tiefen Mark verlaufende Bogenfaserung kreuzen. Ob die büschelartigen Fasern von der s. n. bis ins zentrale Höhlengrau ziehen, läßt sich wieder nicht mit Bestimmtheit entscheiden, zum Teil enden sie jedenfalls in den zahllosen Zellen der S. reticul. tegm., die namentlich zwischen den Büschelfasern zu einer Gruppe angehäuft sind, von der aus ein 3. Bogenfaserzug gegen das Tectum emporzieht mitten zwischen

dem Zug des tiefen Marks und dem der Schleifenschicht. Die s. n. wird in ihrem medialen Abschnitt immer breiter, ein Str. i. entwickelt sich allmählich, jedoch nicht auf Kosten des Hirnschenkelfußes, dessen Areal anscheinend nicht abnimmt; es verlaufen also im Str. i. Fasern von oraleren Zentren in die s. n. Ein Fasergewirr, das etwa den f. s. entspricht, läßt sich im lateralen Abschnitt erkennen, ein anderes medial davon, welches weiter frontal mit dem ersteren zusammenhängt und fortwährend Zuzüge zu dem aus den Horizontalfasern bereits formierten P. c. m. sendet. Über den Faserquerschnitten des P. c. m. liegt namentlich wiederum in den Ebenen des III.-Austrittes eine dichte Zellgruppe. An noch oraleren Schnitten liegen die Zellen der s. n. dicht nebeneinander in einem seichten Bogen um die zum P. c. m. hinziehenden Horizontalfasern, welche das Str. i. dorsal begrenzen. Auch nachdem schon der P. c. m. in das C. mamillare eingetreten ist, ziehen einzelne Fasern vom C. mamillare in die s. n. Leider ist die Tinktion der vorhandenen Präparate gerade in der Gegend der vorderen Grenze der s. n. mangelhaft, so daß die Beurteilung der Verhältnisse sehr erschwert ist. Jedenfalls schließt sich an die beschriebene Zellreihe der s. n. sehr bald dorsalwärts die z. i. an, während das C. L. anscheinend erst oraler und schwer differenzierbar an die Stelle der s. n. tritt.

12. Rhinolophus ferrum equinum. Aus den vorhandenen Präparaten läßt sich kaum etwas anderes aussagen, als daß die s. n. relativ schlecht ausgebildet und von geringer Ausdehnung ist.

13. Vesperugo serotinus. Auch bei Vesperugo ist die s. n. auffallend klein, ebenso der Hirnschenkelfuß. Der P. c. m. entsendet Horizontalfasern durch die s. n., die zum Teil wenigstens von deren lateralem Abschnitt in die Haube abbiegen. Eine Anhäufung relativ großer Zellen findet sich im lateralen Abschnitt des Hirnschenkelfußes und ist wohl der s. n. beizuzählen.

Carnivora.

14. Felis domestica. Kaudal beginnt die s. n. fast gleichzeitig mit ihrem lateralen und mittleren Anteil. Bald nachdem sich die s. n. bis zur Mittellinie ausgebreitet hat, bemerkt man in ihr Schiefschnitte von Fasern in horizontaler Richtung, welche dem P. c. m. angehören. In der ganzen Breite der s. n. ziehen einzelne Fasern vom Fuße in das Schleifengebiet, deren ununterbrochener Verlauf durch die s. n. sich verfolgen läßt. In oraleren Ebenen splittern sich Fasern aus dem medialsten Abschnitt des Pes pedunc. in der s. n. auf. Die Fußfaserung rückt allmählich immer weiter seitlich, so daß die s. n. zwischen dieser und dem P. c. m. an die Peripherie grenzt. Ob ein Faserbündel, das dem C. genic. med. entstammt und im lateralen Anteil der s. n. sich der weiteren Verfolgung entzieht, hier endet, will ich unentschieden lassen. Über die Zellanordnung kann ich keine näheren Angaben machen, da die vorhandenen Weigert-Präparate nicht mit Alaun-Cochenille nachgefärbt sind.

15. Canis familiaris. Noch vor Auftreten der s. n. fällt das schon beschriebene Ganglion nahe der Peripherie des Schnittes auf. Die s. n. be-

ginnt mit ihrem intermediären Anteil, die Zellen liegen hier so wie in der ganzen Ausdehnung der s. n. auch in die Schleifenschicht und Haube verstreut, so daß ihre Abgrenzung gegenüber den Zellen der S. reticularis und besonders dem kleinzelligen roten Kern kaum möglich erscheint. Im medialen Abschnitt lassen sich Fasern direkt vom Fuße zur Schleife verfolgen. Auffallend ist das weit kaudale Auftreten eines Str. i. Bald erscheinen Horizontalfasern, die teils vom P. c. m. herkommen, teils scheinbar auch den Zellen der s. n. entstammen, um sich der Schleifenschicht anzuschließen; die Horizontalfasern scheiden die intermediäre Gruppe in eine dorsale und ventrale Abteilung, welche Einteilung jedoch nicht sehr ausgesprochen ist und bald wieder verschwindet. Von der ventralen Etage ziehen Fasern vertikal zum Fuße herab. Eine laterale Zellgruppe, die schon weit kaudal aufgetreten war und Fasern zum Fuße und zur Schleifenschicht entsendet hatte, schwindet bald, wenn auch ein mächtiges Grau mit dichtem Fasergeflecht und eingestreuten kleinen Zellen zurückbleibt. Einzelne Zellansammlungen sind in eine infolge Markscheidenmangels heller aussehende Grundsubstanz eingebettet und erinnern an die ganglienartigen Gebilde des Menschen. Die mediale Zellgruppe liegt zwischen den Querschnitten des P. c. m. und in dessen Umgebung; in der Höhe des III.-Austrittes sind diese Zellen nur mehr sehr spärlich im Gegensatze zu den Befunden an den bereits beschriebenen Tieren. Eine paramediane Zellgruppe läßt sich nicht annehmen, da sich keine distinkte Ansammlung von Zellen wie beim Menschen oder beim Orang und Cebus in der entsprechenden Gegend auffinden läßt; allerdings liegen der Beurteilung eine Reihe von Schwierigkeiten im Wege, die nicht zu übersehen sind: die Pigmentlosigkeit, welche eine Unterscheidung gegenüber anderen Zellen schwierig macht, der diffuse Übergang der Zellen im ganzen Bereich der s. n. in die Zellen der S. reticularis und schließlich die mächtige Entwicklung des G. interped., welche einer Homologisierung einer eventuellen paramedianen Zellgruppe mit der des Menschen hindernd im Wege steht. Vom lateralen Abschnitt der s. n. ziehen immer noch Fasern zum Fuße und zur Haube. Das Geflecht daselbst ist wohl als f. s. anzusprechen und die von dieser Gegend zur Haube verlaufenden Fasern scheinen sich wie bei Pteropus an den Zellen, welche zwischen den Bündeln der Forelschen Haubenfaszikel gelegen sind, zu verlieren. Da wo der Tr. rubrospinalis schon in die Kreuzung eingegangen ist und wo die Schleifenfaserung sich von der Mittellinie schon beträchtlich entfernt hat, grenzt der großzellige, rote Kern fast unmittelbar an das verbreiterte Areal der Soemmeringschen Substanz. Deutlich erkennt man die im Gebiet der s. n. gelegenen Zellen des G. ektomamillare, in dem sich die Fasern des Tr. peduncularis transversus (Tr. p. tr.) aufsplittern und ebenso deutlich ein graues Feld im medio-ventralen Teil des Fußes über den Fasern des Tr. p. tr., welches wohl zum Teil der von Ziehen beschriebenen S. reticulata medialis pedis, zum Teil seinem Pedamentum lat. entspricht. Schließlich finden wir die Anordnung der Zellen der s. n. ähnlich wie bei Pteropus in schmalem weitem Bogen neben den ihnen anliegenden Schiefschnitten von Fasern. Oralwärts wird die s. n. von einem breiten faserreichen Grau abgelöst, welches von lateral her sich ausbreitend leicht als C. L. angesprochen

werden könnte; es ist die z. i. Das C. L. tritt erst weiter oral und medial in seiner charakteristischen Gestalt auf (Fig. 2). Einzelne Fasern der Commissura hypothal. gehen wohl schon von der z. i. aus.

16. Herpestes. Die s. n. beginnt mit dem intermediären Abschnitt. Bald sieht man ganz medial vom Fuße Fasern in die Gegend des P. c. m. aufsteigen, respektive wohl den zahlreichen Zellen der medialen Gruppe zusteuern, die namentlich an dessen lateraler Seite angehäuft sind. Die bekannten Horizontalfasern aus dem P. c. m., denen sich wohl auch Fasern aus der

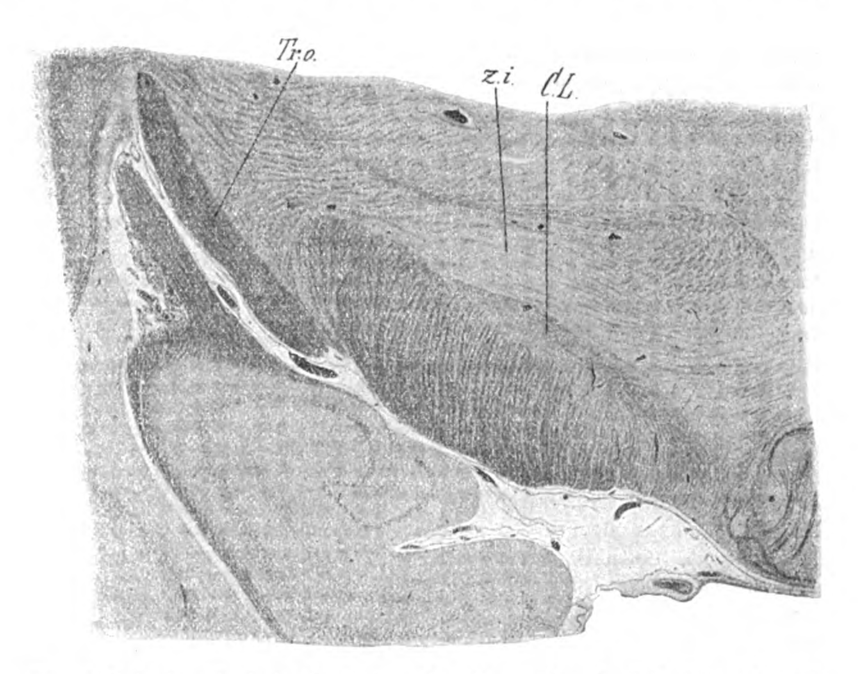


Fig. 2. Spinaler Abschnitt des Corpus Luysii vom Hund. *C.L.* Corpus Luysii; *z.i*, Zona incerta; *Tr.o.* Tractus opticus.

s. n. anschließen, ziehen bei Herpestes weit ventral, fast an der Grenze der Soemmeringschen Substanz gegen den Fuß; nur wenige Zellen liegen ventral von ihnen. Auffallend ist ferner die geringe Entwicklung der lateralen Zellgruppe, sowie des bei den bereits beschriebenen Tieren so breiten und mächtigen Graus, welches der lateralen Zellgruppe als Grundsubstanz dient. Von dem lateralen faserreichen Gebiet der s. n. ziehen wieder Fasern in die Haube empor und kreuzen in stumpfem Winkel die Bogenfasern, welche mitten zwischen dem Zug des tiefen Marks und der Schleifenschicht verlaufen. Die Zellen nehmen an Zahl allmählich ab, wenn auch das Grau der s. n. nicht schmäler wird. Die mediale Zellgruppe um den P. c. m. läßt sich gegen die Zellen des N. ruber nicht abgrenzen, der, sowie dies auch

beim Hund beschrieben wurde, der s. n. immer näher rückt. Im lateralen Gebiet sind f. s. aufgetreten, seitdem keine Fasern mehr in die Haube emporziehen, ebenso einzelne größere Zellen. Der Tr. p. tr. splittert sich zum Teil in einer Zellmasse auf, die in seine Fasern zwischen medialem Fußrand und P. c. m. eingelagert ist und Ziehens S. retic. ped. med. entspricht, zum Teil aber biegt er in scharfem Bogen lateralwärts um und durchzieht die s. n. ungefähr in ihrer Mitte, um sich an den hier befindlichen Zellen zu verlieren. Einzelne Fasern des Tr. p. tr. kürzen ihren Weg ab, indem sie durch den medialen Abschnitt des Pes hindurchziehen und ihn so zu einzelnen Bündeln feldern. Die Zellen liegen nun zahlreich in der schon von früheren Tieren bekannten bogenförmigen Anordnung um die Horizontalfasern des Tr. p. tr., zu denen sich auch Fasern vom P. c. m. hinzugesellen. Ein Faserbündel vom C. genic. med., wie es bei der Katze beschrieben wurde, findet sich auch bei Herpestes. Das C. L. tritt wie beim Hund erst viel weiter oral auf als die mächtige z. i.

17. **Mustela foina.** Die vorhandenen Präparate sind teils Weigert-, teils Karmin-Präparate. In den kaudalsten Ebenen findet sich eine wohl dem peripheren Ganglion einzelner beschriebener Tiere entsprechende Zellansammlung, die das gleiche Verhalten zeigt wie bei Pteropus. Zuerst treten wiederum die intermediären Zellen der s. n. auf, deren diffuser Übergang in die Zellen der Haube gerade an Karmin-Präparaten recht deutlich wird. Lateral zeigt sich eine dichte Gruppe intensiv tingierter Zellen. Weigert-Schnitte zeigen deutlich zahlreiche Fasern, welche sich von der Fußfaserung loslösen, um in das laterale Gebiet der s. n., anscheinend auch durch dasselbe hindurch weiter in die Haube emporzuziehen. Ein mächtiges Faserwerk im seitlichen Teil der s. n., das den f. s. entspricht, läßt sich allmählich immer weiter ventral und schließlich in die ventrale Kapsel des C. L. verfolgen; in allen Höhen gehen von diesem Faserwerk einzelne Züge zum Fuße ab. Auch Horizontalfasern vom P. c. m. lassen sich erkennen, sowie orale Fasern aus dem C. genic. med., wie sie schon bei früheren Raubtieren Erwähnung fanden. Ganz oral findet sich auch der bei Herpestes beschriebene Bogen des Tr. p. tr. Die ventralen intermediären Zellen liegen wie bei Herpestes zwischen den Bündeln des Str. i. Auffallend groß ist der Abstand zwischen P. c. m. und medialem Fußrand, so daß das Grau der s. n. auf eine weite Strecke an die Peripherie des Querschnittes grenzt. Die mediale Zellgruppe ist namentlich in den frontaleren Höhen dicht und zwischen und um die Querschnitte des P. c. m. gelagert. Die z. i. reicht wieder viel weiter kaudal als das C. subthal.

18. Lutra vulgaris. Am weitesten kaudal reichen wiederum die intermediären Zellen der s. n., welche mitten zwischen die Bündel der Schleifenschicht verstreut sind. Die laterale Zellgruppe besteht aus kleineren dunkel gefärbten, meist spindelförmigen Zellen in faserreicher Grundsubstanz. Medial liegen der s. n. eine weite Strecke die kleinen Zellen des Brückengraus an. Die medialen Zellen der Soemmeringschen Substanz liegen zwischen den Faserquerschnitten des P. c. m. Im allgemeinen ist die s. n. relativ schmal, ganz besonders ist dies aber in den lateralen Partien der Fall. Die Zellen des lateralen Abschnittes der s. n. verschwinden sehr bald,

dafür tritt ein breiterer Raum zwischen P. c. m. und Fußrand auf. In den frontaleren Ebenen läßt sich eine allerdings nicht sehr deutliche Scheidung der mittleren Zellen in eine dorsale und ventrale Schicht beobachten. Der diffuse Übergang der Zellen der Soemmeringschen Substanz in die der benachbarten Gebilde zeigt sich auch ganz besonders deutlich an der Grenze gegen das G. interped. Das den f. s. entsprechende Faserwerk scheint Zuzüge aus der Gegend des C. genic. med. zu erhalten und läßt sich in die Kapsel des C. L. verfolgen, welches wie bei den früheren Carnivoren erst weit oraler beginnt als die z. i.

19. Nasua socialis. Der Bau der Soemmeringschen Substanz dieses Tieres ähnelt ganz auffallend dem von Lutra. Vielleicht sind hier die lateralen Zellen der s. n. noch spärlicher und verschwinden noch eher bei größerer Ausdehnung des medialen Kniehöckers. Das Areal der f. s. ist sehr faserreich und schließt sich dorsal an das gut entwickelte Str. i. an. In oraleren Teilen ist eine Scheidung der intermediären Zellen in eine dorsale und ventrale Etage deutlich wahrzunehmen; ebenso bemerkt man hier Horizontalfasern im Zusammenhang mit dem P. c. m. Eine längere Strecke hindurch läßt sich in oraleren Ebenen eine deutlich abgegrenzte Gruppe dichter intensiv tingierter Zellen verfolgen, die medial vom P. c. m. und von der austretenden III.-Wurzel nahe dem Rande der Fossa interped. gelegen ist. Trotz des diffusen Überganges der Zellen der s. n. in die der Nachbarschaft möchte ich diese Zellen nicht der s. n., sondern dem G. interped. zuzählen, da der Fasc. retroflexus Meynert sich an ihnen zu erschöpfen scheint; die Zellen liegen etwas oraler und ventraler als die paramedianen Zellen des Menschen, des Orang und des Cebus. C. L. und z. i. verhalten sich wie bei den vorigen Tieren.

20. Ursus maritimus. Wenn schon die s. n. der beiden zuletzt besprochenen Tiere relativ gering entwickelt war, so springt es bei Ursus geradezu in die Augen, wie schmal die Zellreihe der s. n. im Verhältnis zu dem mächtigen Areal des Fußes ist; die Fußfasern liegen allerdings im oberen Teil des Pes recht schütter in der Grundsubstanz verteilt, welches Verhalten die relative Mächtigkeit des Fußgebietes verständlich macht. Das Str. i., wenn man von so einem bei Ursus schon sprechen will, hat ein eigenartiges Aussehen; einzelne Fußbündel sind nämlich durch ein Reticulum grauer Substanz, welches von dem Grau der s. n. zwischen dieselben eindringt und zahlreiche Zellen, sowie längsgetroffene Fasern führt, zu einem Str. i. geworden. Im Fuße erkennt man deutlich eine S. reticul. ped. med. und lat. im Sinne Ziehens. Kaudal erscheinen von der s. n. zuerst die intermediären Zellen, medial reichen an die s. n. ebenso wie bei Lutra die kleinen Zellen der Brückenformation heran. Auch jene bei Nasua beschriebene, zum G. interped. gehörende Zellgruppe am medialen Rande der s. n. findet sich in oraleren Ebenen auf eine kurze Strecke bei Ursus.

Pinnipedia.

21. Phoca vitulina. Soweit es sich aus den Präparaten der gerade in den betreffenden Höhen vielfach unbrauchbaren Serie erschließen läßt, ist beim Seehund die s. n. im allgemeinen nicht so schmal wie bei Ursus,

hingegen ist ihre Ausbildung im lateralen Anteil anscheinend auch recht mangelhaft. Am kaudalsten reichen wiederum die intermediären Zellen, die hier ganz besonders deutlich zuerst in jenem Gebiet auftreten, welches durch das seitliche Emporrücken der Schleifenschicht zwischen deren medialem Rand und dem Faserbündel erscheint, das wohl hauptsächlich Fasern des Tr. rubrospinalis führt. Deutlich sind auch die Horizontalfasern vom P. c. m. durch die s. n. zu verfolgen.

Insectivora.

22. Erinaceus europäus. Vom Igel standen mir auch Nissl-Präparate zur Verfügung, welche ganz besonders deutlich den Zellreichtum der s. n. erkennen lassen. Es sind kleine und größere Zellen, rundliche und pyramidenförmige, zumeist aber spindelige. Medial läßt sich eine dichte Gruppe absondern, die laterale Zellgruppe ist zwar streckenweise wohl zu erkennen, aber nicht so dicht. Die Zellen reichen weit ventral, da die Fußfaserung nur sehr spärlich ist, besonders auffallend im Verhältnis zum P. c. m., dessen Horizontalfasern wiederum die mediale Hälfte der s. n. durchziehen. Von den lateralen Partien der s. n. ziehen Fasern in die Haube empor, ähnlich wie dies schon früher wiederholt erwähnt und bei Pteropus besonders beschrieben wurde. Die Fasern bilden mit der Bogenfaserung einen so stumpfen Winkel, daß man sie ebenso wohl den Bogenfasern als den Radiärfasern zuzählen kann.

23. Sorex vulgaris. Aus den spärlichen vorhandenen Präparaten ließ sich eine große Ähnlichkeit mit dem Igel konstatieren; so finden sich namentlich die mediale Zellanhäufung und die Haubenfasern aus dem lateralen Teil der Soemmeringschen Substanz in derselben Form.

24. Talpa europaea. Vom Maulwurf konnte ich mehrere Exemplare studieren. Am weitesten reicht der laterale Abschnitt der s. n. herab. Am kaudalen Ende derselben fällt zunächst eine Faserung zur Haube auf, die wir schon bei vielen Tieren allerdings als bei weitem nicht so mächtig kennen gelernt haben und die von Cajal bei der Ratte beschrieben und abgebildet wurde; die büschelförmigen Fasern entstammen einer deutlich erkennbaren lateralen Zellgruppe der s. n., einzelne aber verlieren sich auch zwischen den Bündeln der Fußfaserung, sei es, daß sie dieser angehören, sei es, daß sie ihren Ursprung in dem von Ganser als G. infrapedunculare bezeichneten, der Ziehenschen S. reticulata lat. ped. entsprechenden, ventro-medial vom Genic. med. gelegenen Grau nehmen. Ob diese Fasern bis zum zentralen Höhlengrau verlaufen oder in den verstreuten Haubenzellen ihr Ende finden, läßt sich nicht entscheiden. Viele schließen sich jedenfalls den Bogenfasern dorsalwärts an. Horizontalfasern vom P. c. m. durchziehen wiederum die s. n., was auch Ganser bereits beschrieben hat; ein Emporbiegen der Fasern in die Haube läßt sich nicht beobachten. Die Fasern scheiden die allmählich weiter medial zusammengedrängten Zellen in eine dorsale und ventrale Etage. Schließlich nimmt der Zellhaufen der Soemmeringschen Substanz die Form eines Kometen an, dessen Kopf ventromedial gerichtet an die zellarme S. reticulata med. ped. grenzt, dessen Schweif in nach außen unten offenem weiten Bogen sich allmählich verjüngt. Diese Zellgruppierung ist besonders deutlich an Nissl-Präparaten zu sehen

und ist auch in der Ganserschen Monographie abgebildet[1]). Auch in Ebenen, wo der P. c. m. bereits in das C. mamillare eintritt, ziehen noch vereinzelte Fasern aus der s. n. zu demselben hin. Das C. L. tritt so wie bei den Raubtieren erst in frontaleren Ebenen auf als die die s. n. ablösende z. i.

Rodentia.

25. Dipus aegypticus. Wiederum ist es jene mächtige büschelförmige Strahlung zur Haube, welche in den kaudalen Partien der s. n. am hervorstechendsten ist. Ganz kaudal sieht man deutlich Fußfasern sich derselben beimischen, vielleicht allerdings nach einer Unterbrechung in den lateralen Zellen der s. n., da die Verlaufsrichtung dieser vom Fuß zur s. n. emporsteigenden Fasern mit derjenigen der büschelförmigen Faserung einen wenn auch recht stumpfen Winkel bildet. Medial von dieser Faserung ziehen aber auch allenthalben in den Höhen der Kerne des IV. und III. einzelne Fasern in die Haube. Die s. n., welche mit ihrem lateralen Teil begonnen hat, wird immer breiter, besonders in ihrem medialen Abschnitt, schließlich wird sie nierenförmig (Fig. 3), die Masse der Faserquerschnitte des Fußes umgibt sie kapselartig und ist lateral an der Grenze gegen den med. Kniehöcker in Form einzelner Bündelchen verbreitert. Die Zellen der s. n. sind größtenteils dorsal um den Hilus der Niere angehäuft und gehen ohne scharfe Grenze in die Zellen der retikulierten Substanz der Haube über. Dem Hilus entströmt die bekannte büschelförmige Faserung (Fig. 3). Vom Fuß mengen sich jetzt nur sehr spärliche Fäserchen derselben bei. Allmählich verschwinden die Faserbüschel und an der Stelle ihres Abganges aus der s. n. erscheint jenes den f. s. entsprechende dichte Faserwerk, welches lateral an die Bündelchen des Str. i. grenzt. Dieses nimmt oralwärts beträchtlich, und zwar nicht auf Kosten des Fußes zu. Horizontalfasern vom P. c. m. durchziehen die s. n. im medialen Anteil; um die Querschnitte des P. c. m. sind zahlreiche Zellen der Soemmeringschen Substanz gelegen, entsprechen also einer medialen Zellgruppe derselben. Oraler sieht man die Endigung des Tr. p. tr., der noch weiter frontal in winkeliger Knickung den medialen Fußrand umzieht, in einer eigenen Zellgruppe, etwa in der Mitte der s. n. Diese Zellgruppe ist also ein G. ektomamillare. Der Tr. p. tr. verlauft demnach in dorso-kaudaler Richtung durch die s. n. Auch nachdem der Tr. p. tr. wieder verschwunden ist, ziehen vereinzelte Fasern aus der s. n. in das C. mamillare. Schon weit kaudal waren unter dem Genic. med. an der Grenze gegen die Fußbündel einzelne Zellen aufgetreten, welche sich später außen um die f. s. verbreiten. An der dorsalen Grenze dieses Zellstreifens verlaufen Fasern aus der Gegend des G. genic. lat., welche offenbar jenen bereits beim Menschen und namentlich bei Inuus beschriebenen, zwischen den f. s. und dem F. H. auftretenden Fasern entsprechen. Da etwas oraler medial und ventral von dem Zellstreifen sich ein charakteristischer Luysscher Körper zu entwickeln beginnt, da ferner der Zellstreifen mit den ihm dorsal anliegenden Fasern weiter oral in die Gitter-

---

[1]) Tafel XXXI, Figur 24, 25.

schicht des Thalamus sich fortsetzt, erscheint es mir auch auf Grund des Gesamtbildes der wiederholt durchmusterten Serie nicht zweifelhaft, daß jener Zellstreifen mit der z. i. identisch ist.

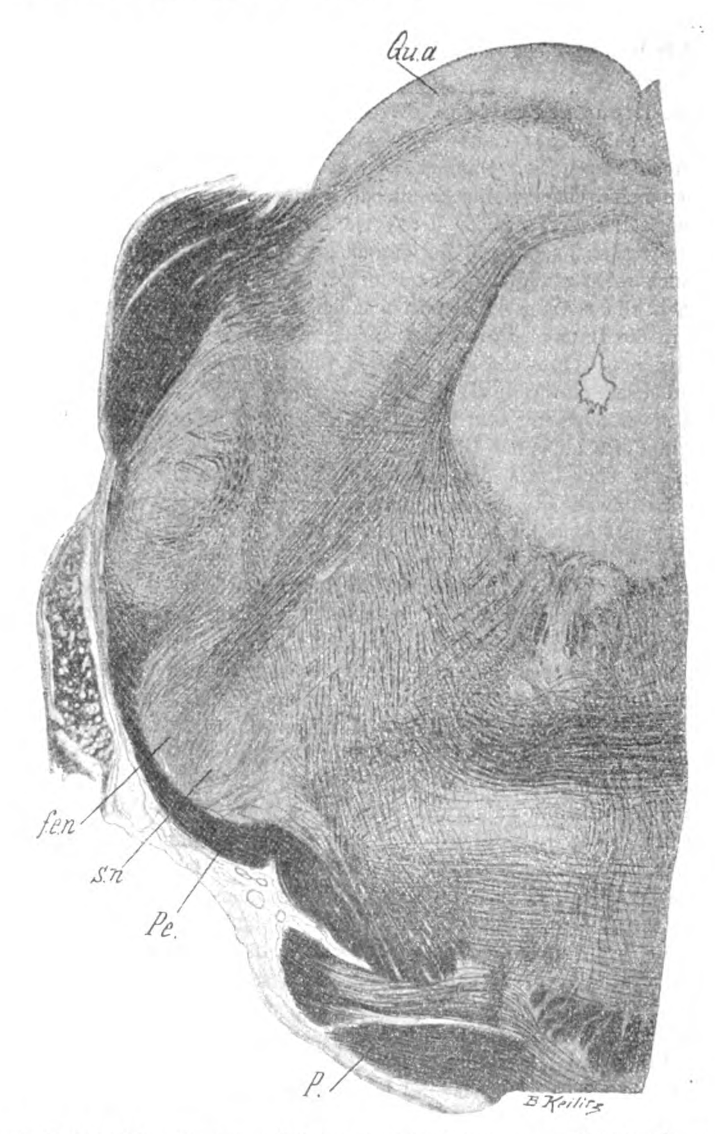


Fig. 3. Substantia nigra von Dipus aegypticus. *s.n.* Substantia nigra; *f.e.n.* Fibrae efferentes substantiae nigrae; *Pe.* Pes pedunculi; *P.* Pons; *Qu.a.* Corpus quadrigeminum anterius.

26. Cricetus frumentarius. Kaudal tritt von der s. n. zunächst der laterale mit dem intermediären Teil auf. Es kommt zur mächtigen Verbreiterung und zu der beschriebenen Nierenform, wenn auch bei Cricetus der Hilus stark lateral verlagert ist. Aus dem Hilus ziehen so wie bei Dipus die büschelförmigen Fasern, welche hier nicht so stark entwickelt scheinen. Mächtige Horizontalfasern vom P. c. m. durchziehen die s. n. und reichen allmählich sich verjüngend weit lateral. Einzelne Fasern verlaufen vom P. c. m. auch zwischen die Bündel des Fußes herab. Ganz so wie bei Dipus zieht der Tr. p. tr. als ein durch seine matte Tinktion auffallendes, relativ starkes Bündel dorso-lateral und gleichzeitig kaudal, um im G. ektomamillare, das im Beginn der lateralen Hälfte der s. n. an ihrem dorsalen Rande gelegen ist, zu enden. In gleichen Ebenen verlaufen noch Horizontalfasern vom P. c. m., so daß diese dorsal, der Tr. p. tr. ventro-lateral ein dreieckiges Gebiet grauer Substanz abtrennen. Um die Faserquerschnitte des P. c. m., namentlich in der Höhe des III.-Austrittes, sind die medialen Zellen der s. n. dicht angehäuft. Die z. i. und das C. L. verhalten sich ganz ähnlich wie bei Dipus. Das C. L. ist allerdings relativ recht schmal und klein.

27. Mus musculus. Von der Maus konnte ich wieder mehrere Exemplare, darunter eine Tanzmaus untersuchen. Die Verhältnisse zeigen eine ganz auffallende Ähnlichkeit mit den bei Dipus ja ausführlich beschriebenen und auch bei Cricetus gefundenen. Hier sehen wir eine mächtige Büschelfaserung in die Haube ziehen aus dem Hilus der nierenförmigen s. n., welche von einem schmalen Saum vom Fußfasern umgeben erscheint. Das Verhalten der Horizontalfasern des P. c. m., sowie des Tr. p. tr. entspricht vollkommen dem der bereits beschriebenen Rodentier. Auch die z. i. ist in der gleichen Weise mächtig und breit und reicht weiter kaudal als der Luyssche Körper, grenzt mithin eine Strecke weit dorsal an die f. s. der s. n. Von der z. i. verlaufen dichte Fasermassen gegen das Stratum lemnisci des vorderen Vierhügels..

28. Gerbillus. In ähnlicher Weise wie dies bei Pteropus der Fall war, läßt sich eine Zellmasse, die noch vor Auftreten der s. n. an der seitlichen Peripherie des Querschnittes liegt, in den lateralen Teil der Soemmeringschen Substanz verfolgen. Bei Gerbillus kann man einzelne Fasern der mächtigen büschelförmigen Faserung aus dem lateralen Abschnitt der s. n. beim Übergang in die Bogenfaserung genau sehen; die Fasern machen in der Haube eine scharfe Biegung, um aus ihrer dorso-medialen Verlaufsrichtung in die dorso-laterale der Bogenfasern zu gelangen. Die Büschelfasern entstammen teils den lateralen Zellen, teils dem Fuße. In oraleren Ebenen, wo an der Stelle des Austrittes der Büschelfasern die f. s. sichtbar geworden sind, bekommen diese reichlich Zuwachs vom Fuße, namentlich aus dessen mittlerem Abschnitt. Die Horizontalfasern des P. c. m. lassen sich weit lateralwärts verfolgen. Das C. L. ist recht klein, hingegen die z. i. sehr mächtig und ihr Verhalten ganz analog dem bei Dipus beschriebenen.

29. Mus rattus. Die s. n. der Ratte gleicht fast vollkommen der der Maus. Kaudal wieder zuerst das Auftreten des lateralen Teiles, hierauf die

büschelförmige Strahlung in die Haube aus demselben, wie sie von Cajal abgebildet wird, dann das Auftreten der f. s., das Anwachsen des Str. i. und das Verhalten des Tr. p. tr. Weniger deutlich als bei der Maus sind die Horizontalfasern vom P. c. m. Die f. s. bekommen vom Fuße starken Zuwachs durch dichte Fasermassen, welche fontänenähnlich hauptsächlich von dem mittleren Teil des Fußes, aber auch von beiden Seiten gegen die Mitte der s. n. emporsteigen. Diese Fasern finden sich zumindest in der Mächtigkeit und fontänenähnlichen Form bei der Maus nicht, wohl aber bei Gerbillus, wenn auch nicht so stark entwickelt. Die mächtige und faserreiche z. i. verhält sich ähnlich wie bei den beschriebenen Nagern; das C. L. ist wenig entwickelt. Die Com. hypothalam. scheint hauptsächlich die beiden z. i. in Verbindung zu setzen.

30. Spalax typhlus. Der Bau der s. n. gleicht ebenfalls dem der Maus auffallend. Sehr mächtige Horizontalfasern vom P. c. m. durchziehen bis weit lateral hin die s. n. Die Zellen sind zum großen Teil lateral und besonders medial um den Stiel des C. mamillare angehäuft. Ein Tr. p. tr. fehlt bei Spalax, welche Tatsache ja bekannt ist (v. Frankl-Hochwart).

31. Hystrix cristata. Bei diesem Tier wiederholt sich im allgemeinen nur in größeren Dimensionen der Typus der beschriebenen Nagerhirne. Kaudal treten zunächst Zellen über der Fußfaserung auf, zwischen den Bündeln der letzteren eine nicht unbedeutende Strecke dicht anliegender Schleifenschicht. Dadurch, daß der Hirnschenkelfuß in einem ventral konvexen Bogen sich von der Schleifenschicht allmählich abhebt, kommt die halbkugelförmige s. n. zustande. Die Zellen der letzteren bleiben zum größten Teil der Schleifenschicht anliegend dorsal, das ventrale Gebiet der s. n. wird von dem oral immer mehr anwachsenden Str. i. eingenommen. Ein dichtes Netzwerk von Fasern läßt Ausläufer zum Fuße und zur Haube erkennen. Bald treten nun auch die bekannten büschelförmigen aus der lateralen Partie der Soemmeringschen Substanz und vielleicht auch aus dem Fuße herstammenden Fasern zur Haube auf. Durch sie bekommt die s. n. die Form einer Niere, deren Hilus etwas lateral verlagert ist. Um die Horizontalfasern des P. c. m. liegen dichte Zellen, welche durch die Schleifenschicht hindurch diffus in die Haubenzellen, besonders auch die des roten Kerns übergehen. Zu dem Faserwerk der f. s. treten Fasern vom Fuße, aber nicht in fontänenähnlichen Bündeln, sondern mehr vereinzelt hinzu. Um die f. s. liegen besonders dichte Zellen, zu denen sich Horizontalfasern vom P. c. m., sowie ventral von diesen der Tr. p. tr. verfolgen läßt. Die Zellen der s. n. rücken allmählich an die Medianebene heran, während dorsal sich die z. i. und erst in weit oraleren Ebenen unter dieser der gut ausgebildete Luyssche Körper entwickelt.

32. Cavia cobaya. Hier finden wir fast vollkommene Übereinstimmung mit Hystrix. Die bogenförmige Ausbauchung des Fußes, die zunächst halbkugelige, dann durch das Auftreten der Büschelstrahlung nierenähnliche Form und die Gruppierung der Zellen entspricht vollkommen dem vorigen Tier. Einzelne Horizontalfasern scheinen im G. interped. zu enden, einzelne dickere Bündel vom P. c. m. schlagen auch die Richtung gegen den Fuß ein. Noch vor Auftreten der Büschelfaserung verlaufen Fasern in der ganzen Aus-

dehnung der s. n. von dieser gegen das zentrale Höhlengrau, in der Höhe der Augenmuskelkerne. Das G. ektomamillare präsentiert sich ebenso wie der Tr. pt. tr. als außerordentlich mächtig, liegt dicht unter der Schleifenschicht in der Mitte etwa der s. n. und enthält zahlreiche mittelgroße Zellen. Zu den f. s. ziehen Fontänenbündel vom Fuße empor. Das Str. i. nimmt oral bedeutend zu und dadurch auch der Querschnitt der Fußfaserung. Das gut entwickelte C. L. sowie die z. i. verhalten sich ebenso wie bei Hystrix.

33. Lepus cuniculus. Beim Kaninchen erscheint der kaudale Beginn der s. n. nicht in der Form wie bei Hystrix und Cavia durch bogenförmigen Verlauf der Fußfaserung bedingt, sondern ähnlich wie etwa bei der Ratte oder den übrigen Nagern, indem sich die s. n. von lateral her immer weiter gegen die Mittellinie ausbreitet. Eine Nierenform besteht beim Kaninchen nicht, da die durchaus nicht so mächtigen und auffallenden Büschelfasern ganz lateral der Soemmeringschen Substanz entströmen. Zwischen dem mittleren und seitlichen Drittel des Fußes gehen dichte Fasern zur lateralen s. n. ab; ob sie über diese hinaus dorsal ziehen, konnte ich an den vorhandenen Präparaten nicht entscheiden. Nur einzelne Fasern, keine Fontänenbündel, steigen in vertikaler Richtung zu den f. s. empor. Der Tr. p. tr. ist äußerst kräftig entwickelt, ebenso der P. c. m. Die Endstätte des ersteren liegt sehr weit lateral am dorsalen Rand der Soemmeringschen Substanz. Das Verhalten der z. i. und des C. L. entspricht vollkommen dem der übrigen Nager.

Proboscidea.

34. Elephas indicus. Vom kaudalsten Teil der s. n. standen mir leider keine Präparate zur Verfügung. Auf den ersten Blick fällt schon makroskopisch die eigentümliche Zerklüftung der s. n. auf (Fig. 4), wie ich sie sonst bei keinem Tiere gefunden habe. Ein mächtiges Str. i. durchzieht in der ganzen Breite die zellreiche s. n., in der einzelne helle, ganglienartige Gebilde deutlich hervortreten. Diese liegen teilweise auch in die Schleifenschicht und sogar in die S. reticul. der Haube versprengt (Fig. 4). Allerdings, ein sichereres Kriterium ihrer Angehörigkeit zur Soemmeringschen Substanz als die Ähnlichkeit mit den Zellgruppen derselben kann ich kaum angeben. Auch in die mächtige Fußfaserung reichen mitunter Zellstreifen der s. n. hinein, besonders in deren medialen Abschnitt, welcher sich immer weiter von der Mittellinie entfernt. Hier tritt nun ein mächtiges Pedamentum lat. auf, welches ein namentlich weiter oral zellarmes und feine Fasern führendes Grau darstellt. In oraleren Ebenen wird die Zerklüftung noch stärker. Einzelne in das Haubengebiet verlagerte Ganglien zeigen besonders deutlich, wie sie von Fußfasern oder von Fasern des Str. i. umsponnen werden, deren Längsverlauf durch die s. n. sich genau verfolgen läßt, und wie sie Faserbüschel gegen die Haube entsenden. Allmählich entwickelt sich im dorsolateralen Teil der s. n. das Faserwerk der f. s., zu dem von verschiedenen Ganglien Fasern hinziehen; auch vom Fuße verlaufen in frontaleren Ebenen einzelne Fasern dahin. Spärliche Horizontalfasern vom P. c. m. durchziehen die medialen Partien der s. n., stellenweise dichte Zellansammlungen

passierend. Durch das stete Seitwärtsrücken des Fußes nimmt die Soemmeringsche Substanz an Breite ab und an Höhe zu. Die Ganglienbildung



Fig. 4. Substantia nigra vom Elefanten. *sn.* Substantia nigra; *str.i.* Stratum intermedium; *Pe* Pes pedunculi; *H* Heterotopien der Substantia nigra; *N.r.* Nucleus ruber.

hört auf, die Zellen in dem vom Str. i. durchzogenen Grau werden spärlicher und es entwickelt sich wieder die Form einer Niere, in deren Hilus die f. s.

gelegen sind. Allmählich erscheinen zwischen den f. s. immer zahlreichere Zellen, welche schließlich in einen gut entwickelten Luysschen Körper übergehen, der demnach das Grau der s. n. oralwärts ablöst. Die z. i., ein mit mit der Gitterschicht des Sehhügels zusammenhängender grauer Streifen, reicht nicht so weit medial, um die dorsale Begrenzung der Soemmeringschen Substanz bilden zu können. Die f. s. verlieren sich im C. L. In diesem erkennt man einen gleichfalls linsenförmigen, kleineren, durch Fasern abgetrennten Kern, der die ventro-mediale Partie des C. subthalam. einnimmt. Dieser die Gestalt des ganzen nachahmende Teil des Luysschen Körpers fand sich mitunter auch bei anderen Tieren.

Ungulata.

35. Sus scrofa domesticus: Noch vor Beginn der s. n. erscheint ein ähnliches Ganglion, wie wir es bereits bei Pteropus und anderen Tieren kennen gelernt haben, an der seitlichen Peripherie des Querschnittes, liegt weiter frontal unter dem Genic. med., geht jedoch, obwohl es in der Verlängerung der Soemmeringschen Substanz gelegen ist, nicht in deren lateralen Teil über, sondern wird durch die zwischen die s. n. und das Ganglion sich einschiebenden Fußfasern von derselben getrennt. Aus dem Ganglion sieht man deutlich Fasern dem Stratum lemnisci des vorderen Vierhügels sich anschließen, weiter oral bemerkt man Fasern, die in dorsaler Richtung aus dem Ganglion hervorgehen und zwischen dem medialen Kniehöcker auf der lateralen und dem Bracchium quadrig. post. auf der medialen Seite längs getroffen erscheinen. Die s. n. beginnt mit ihrem lateralen Anteil und dieser bleibt auch nachdem Schleifenschicht und Fußfaserung sich von einander entfernt haben, stets der breiteste Teil der Soemmeringschen Substanz. Zunächst bemerkt man, besonders nahe der Mittellinie. zahlreiche Fasern, die zwischen Fuß- und Schleifenschicht verlaufen. Ein dichtes Faserwerk erfüllt die s. n., welches Ausläufer zum Fuß und zur Haube entsendet, in die letztere bald in der Form jener Büschelstrahlung, wie wir sie bereits wiederholt kennen gelernt haben. Das Str. i. ragt namentlich in der Mitte der s. n. weit dorsal in dieselbe hinein. Die Fossa interped. ist auffallend breit. Die Zellen der Soemmeringschen Substanz sind namentlich an deren dorsalem Rande angesammelt und sind besonders in den kaudaleren Ebenen nicht von den Zellen in und über der Schleifenschicht zu unterscheiden und abzugrenzen. Medial liegen die Zellen besonders dicht und beschreiben unmittelbar vor dem C. mamillare einen Bogen zur S. reticul. med. ped. Dadurch, daß die Fußfaserung sich allmählich immer weiter dorsolateral verschiebt, entsteht zwischen P. c. m. und medialem Fußrand ein immer weiterer Zwischenraum, wo die Soemmeringsche Substanz an die Peripherie grenzt. Ungefähr in der Mitte der fronto-kaudalen Ausdehnung der s. n. erscheint dieselbe durch ein dichtes Faserwerk gleichsam in einen lateralen und medialen Abschnitt geteilt. Das Faserwerk wird von Querbündeln des Str. i. und hauptsächlich von Längsfasern gebildet, die vom Fuß gegen die Haube verlaufen und sich zwischen den Querbündeln hindurchwinden. Die weiter oral auftretenden f. s. bekommen einzelne Zuzüge vom Fuß und gehen dann über in die Forelschen Felder an der z. i., welche sich ganz

ähnlich verhält wie bei den Nagern. Das C. L. tritt erst oraler ventral von der z. i. auf. Ein Unterschied gegenüber den Nagern besteht in der Beschaffenheit des Tr. p. tr., der nur wenig entwickelt, in Gestalt einzelner Fasern in der Höhe des C. mamillare um den medialen Fußrand emporzieht und nicht wie bei den Nagern weit lateral verlauft, sondern anscheinend im medialen Abschnitt der s. n. an deren dorsalem Rande endet.

36. Bos taurus juvenilis. In vielen Punkten ähnelt die s. n. des Kalbes der vom Schwein, so zunächst bezüglich ihrer Ausdehnung und Zellanordnung. Von dem Ganglion aus, welches ebenso wie beim Schwein ventral vom medialen Kniehöcker liegt, lassen sich allerdings die beim Schwein beschriebenen Fasern zwischen Genic. und Bracch. quadr. post. nicht auffinden. Deutlich sind zahlreiche Horizontalfasern vom Stiel des C. mamillare, ferner in ähnlicher Weise wie beim Schwein die Büschelfasern zur Haube von den lateralen Partien, die Vertikalfasern vom Fuß und der Tr. p. tr., dessen Endstätte medial den f. s. oder eigentlich schon dem F. H. anliegt. Ventro-lateral vom N. ruber ziehen aus dem F. H. einzelne Faserstränge gegen den lateralen Abschnitt der Soemmeringschen Substanz. Weiter oral finden sich einzelne ganglienartige Zellanhäufungen im Gebiet des F. H., ähnlich wie sie beim Menschen zu beobachten sind; besonders auffallend erscheinen solche Zellhaufen zwischen s. n. und rotem Kern, von denen aus Faserbüschel in die seitlichen Partien der Soemmeringschen Substanz ausstrahlen.

37. Camelus dromedarius. Die s. n. des Kamels ähnelt im allgemeinen der des Schweines. An den kaudalsten Schnitten sieht man Horizontalfasern vom P. c. m. Die Büschelfasern zur Haube sind nur wenig ausgebildet und treten aus dem lateralsten Teil der s. n. aus. Mächtig ist das Str. i. In ähnlicher Weise wie wir dies schon bei früheren Tieren gesehen haben, ziehen fontäneähnlich Fasern aus den ventralen Teilen der s. n. sich sammelnd zu den f. s., zwischen deren Querbündeln sie verschwinden. Die Fußfaserung rückt wie beim Schwein beträchtlich dorso-lateral. Die f. s. bilden als dorsaler Rand der s. n. gleichsam die Sehne des vom Fuß beschriebenen Bogens. Die z. i. und das mächtige C. L. verhalten sich analog wie beim Schwein.

38. Equus caballus. Die s. n. tritt erst ein nicht unbeträchtliches Stück oral von der Brücke etwa gleichzeitig in ihrer ganzen Breite auf. Die Schleifenschicht bleibt lange dorso-medial dem Fuße anliegend und ohne distinkte Grenze entwickelt sich allmählich ventral von der Schleifenschicht der P. c. m. zum großen Teil jedenfalls aus Horizontalfasern, welche die s. n. durchziehen. Die Faserquerschnitte des Fußes rücken wiederum dorso-lateral, so daß die Soemmeringsche Substanz eine breite Strecke an die ventro-mediale Peripherie grenzt. Die Fasern zur Haube verlaufen beim Pferd nicht als Büschel, sondern mehr einzeln und auch von den medialen Abschnitten der s. n. Das Str. i. ist wiederum sehr kräftig entwickelt. Ähnlich wie dies beim Schwein der Fall war, zerfällt durch Vertikalfasern und Querschnittsbündel die s. n. etwa in ihrer Mitte in einen medialen und einen lateralen Abschnitt. Der Tr. p. tr. ist beim Pferd gut ausgebildet, seine Fasern umziehen den medialen Fußrand oder ziehen nahe

demselben zwischen einzelnen Bündeln des Fußes und des Str. i. empor, wobei sie den an die Peripherie grenzenden Teil der s. n. medial lassen. In dorso-lateraler Richtung entsprechend der Verlängerung der f. s. verlaufend pinseln sie sich etwa in der Mitte der s. n. auf, wobei die ventralsten Fasern in medio-ventral offenen Bogen sich gegen die ventralen Zellen der Soemmeringschen Substanz wenden. Die Zellen liegen zumeist dorsal, unmittelbar unter dem den f. s. entsprechenden Faserwerk. Dieses tritt anscheinend in das C. L. oder in die z. i. ein. Die letztere grenzt wiederum eine Strecke weit dorsal an die s. n., das C. L. tritt noch oraler auf als beim Kamel.

Natantia.

39. Phocaena communis. Bei Phocaena beginnt die s. n. mit ihrem mittleren Teil, der sich allmählich gegen die Medianebene ausdehnt. Bald nach Verschwinden der Brückenformation sammeln sich die Fußfasern in dicker Masse am dorso-lateralen Fußrand an und liegen nur als Str. i. in der medial von ihnen befindlichen s. n. Die s. n. liegt auf diese Weise medial und ventral im weiten Umfang der Peripherie an und wird nur durch eine nicht allzu breite Längsfaserschicht, die von den Querschnitten der Fußfasern ausgehend sie umgreift, von der Peripherie geschieden. Die grauen Massen, die in diese Längsfasern eingelagert sind, wird man wohl mit Recht als S. reticul. med. ped. ansprechen dürfen. Die s. n. und ebenso das Str. i. liegen also bei Phocaena nicht dorsal, sondern medial vom Hirnschenkelfuße. Zahlreiche Vertikalfasern fallen in dem dichten Faserwerk auf und scheinen sich zu den f. s., respektive den um sie gelegenen Zellen zu begeben. Das Grau der s. n. erstreckt sich nunmehr auch auf die ventrale Seite der Fußfaserung und ist wohl hier als Ganglion opticum basale von Meynert zu bezeichnen. Auf diese Weise läßt sich graue Masse von der s. n. ununterbrochen bis zum Linsenkern verfolgen.

40. Delphinus tursio. Der Delphin verhält sich bezüglich des Baues der s. n. ganz ebenso wie Phocaena. Die Längsfasern, welche die s. n. peripher umziehen, kreuzen zum Teil wenigstens die Seite und verlieren sich dann in dem Gewirr der Haubenkreuzung. Der III. durchsetzt in lateroventraler Richtung die s. n., in ziemlicher Entfernung von der Mittellinie. Das C. L. ist, wie auch Hatschek und Schlesinger sagen, nicht scharf abgegrenzt und daher von der s. n. nur schwer zu unterscheiden. Jedenfalls scheint es sich wie auch bei Phocaena ziemlich medial zu entwickeln. Das in den Abbildungen Hatschek und Schlesingers als C. subthalam. bezeichnete Grau dürfte viel eher der z. i. entsprechen.

Edentata.

41. Dasypus septemcinctus. Die s. n. beginnt ziemlich weit oral, nachdem die Brückenformation bereits verschwunden ist, indem sich graue Masse zwischen die aneinander liegenden Gebiete der Schleifenschicht und des Hirnschenkelfußes einschiebt. Bis weit nach vorn durchziehen die s. n. Horizontalfasern, welche zum größten Teil mit dem P. c. m. in Zusammenhang stehen. Die Zellen sind besonders um den P. c. m. und über ihm zwischen den Bündeln der Schleifenschicht angehäuft, wo sie ohne scharfe

Grenze in die Zellen der Haube übergehen. Ähnlich wie bei den Insectivoren und Nagern ziehen Büschelfasern aus dem lateralen Teile der s. n. in die Haube, wo sie sich den Radiärfasern, respektive Bogenfasern anreihen. Überhaupt ähnelt die s. n. von Dasypus der einzelner Nager oder Insektenfresser, so weit sich dies aus den etwas mangelhaft tingierten Präparaten sagen läßt. Zwischen G. interped. und Fuß grenzt das Grau der s. n. an die Peripherie; es entspricht dieses Grau Ziehens Pedamentum lat., läßt sich aber nicht von der s. n. abgrenzen. Das C. L. und die z. i. verhalten sich ebenso wie bei den Rodentiern.

42. Bradypus. Die s. n. beginnt mit ihrem lateralen Anteil und schiebt sich keilförmig immer weiter medial zwischen die einander dicht anliegenden Schleifen- und Fußfasern. Ganz medial sieht man Fasern von der einen in die andere dieser Faserungen verlaufen. Die Querschnitte des Hirnschenkelfußes bleiben vorerst nahe der Mittellinie, so daß die s. n. seitlich zwischen Bracch. quadr. post. und lateralem Fußrand in weitem Umfang an die Peripherie grenzt; sie ist daher lateral viel breiter als medial. Die Zellen liegen namentlich im medialen Teil der s. n. dorsal um und über dem P. c. m. und seinen Horizontalfasern und sind auch zum großen Teil zwischen die Bündel der Schleifenschicht verstreut. Weiter oral treten immer dichtere Büschelfasern auf, die von den lateralen Partien der s. n. ausgehend zunächst als Radiärfasern in die Haube eintreten, in deren Mitte etwa dorsal umbiegen und sich den Bogenfasern anschließen. Einzelne dieser Büschelfasern stammen wohl auch aus dem schmalen Streifen von Fußfasern, die sich von medial her zwischen laterale s. n. und Peripherie vorzuschieben beginnen. Der Fuß rückt nunmehr immer lateraler und ganz seitlich unter dem medialen Kniehöcker formieren sich einzelne Fußbündel in wachsender Zahl. Dadurch wird die s. n. in ihrem medialen Anteil breiter, während der ventrale Teil ihres lateralen Areals nunmehr von Fußbündeln eingenommen wird; schließlich wird sie in ihrer ganzen Ausdehnung gleich breit. An der Stelle des Abganges der Büschelfasern zur Haube liegt jetzt ein dichtes Faserwerk, von dem aus sich Verbindungen mit dem an der medialen Seite des C. genic. med. befindlichen Faserwerk konstatieren lassen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß es sich um die von Pawlow beschriebenen, im ersten Teil dieser Arbeit erwähnten Bündel von der s. n. zum Thalamus handelt. In dem Maße als der Fuß lateral rückt, grenzt graue Substanz nahe der Mittellinie an die Peripherie. Es ist Ziehens Pedamentum lat. und ist ein zellarmes gelatinöses Grau, das von einzelnen Längsfasern durchzogen wird. Die dorsalen Fasermassen nähern sich immer mehr dem Fuße und bald formiert sich in ähnlicher Weise wie bei den Nagern eine z. i. Auch Längsfasern vom C. genic. lat. zu der letzteren, wie sie bei Dypus genauer beschrieben wurden, finden sich vor. Oraler läßt sich mit Mühe ein kleiner Luysscher Körper identifizieren, der ventro-medial von der z. i. als dichteres, linsenförmiges Faserareal mit einzelnen kleinen Zellen und zahlreichen abgehenden Fibrae perfor. pedunc. erscheint.

Marsupialia.

43. Macropus. Ganz kaudal, noch vor Beginn der s. n., tritt ein ähnliches Ganglion an der lateralen Peripherie unter dem Bracch. quadr. post. auf, wie es beim Schwein ausführlicher besprochen und auch bei anderen Tieren schon beschrieben wurde. Mit diesem Ganglion scheinen Fasern aus der Haubenkreuzung, ferner solche von der latero-kaudalen Partie der Soemmeringschen Substanz in Beziehung zu treten; anderseits entströmen dem Ganglion Fasern, die sich dem Stratum lemnisci des vorderen Vierhügels anschließen. Dieses Ganglion geht über in den lateralen Teil der s. n., welche sich nun in ähnlicher Weise gegen die Mitte hin ausbreitet wie bei Bradypus; indessen ist die Breitendifferenz der s. n. im medialen und lateralen Anteil bei weitem nicht so groß, da die mächtige Fußfaserung weit lateral reicht und nicht viel vom medialen Kniehöcker absteht. Übrigens dehnt sich der Fuß bald bis zum Genic. med. aus und ein mächtiges Str. i. kommt zuerst lateral, dann aber auch medial zur Entwicklung. Schon weiter kaudal hatte sich am dorsalen Rande der lateralen s. n. seitlich von der Schleifenschicht, entsprechend also der Lage der f. s., ein Faserwerk gebildet, von dem aus nun Büschelfasern in die Haube ausstrahlen. Diese schließen sich zum Teil den Bogenfasern dorsalwärts an, zum Teil scheinen sie an den zahllosen Zellen der Haube zu enden. Die Zellen sind wieder besonders dorsal und namentlich medial sehr dicht. Sehr viele Horizontalfasern vom P. c. m. lassen sich bis über die Mitte der Soemmeringschen Substanz verfolgen und ihnen schließen sich Fäserchen aus dem medialen Abschnitt des Fußes an. Wohl auch dadurch, daß der Fuß sich lateral weiter ausdehnt und ein längeres, aber schmäleres Feld einnimmt, wird die s. n. beträchtlich breiter. Gleichzeitig mit der Büschelstrahlung waren dorso-lateral von ihrem Ausgangsort ziemliche dicke Bündel von Faserquerschnitten aufgetreten, die sich anscheinend aus den seitlichsten Bogenfasern vom Tectum her formierten. Nach Verschwinden der Büschelstrahluog tritt ein diffuses Flechtwerk, welches also seiner Lage nach den f. s. entspricht, wieder an deren Stelle. Dieses Faserwerk und noch weit mehr die dorso-lateral von ihm gelegenen und immer mehr wachsenden, eben erwähnten kompakten Bündel, die sich übrigens, wenn auch nicht so deutlich, auch bei vielen der früher beschriebenen Tiere erkennen lassen, erhalten durch die ventralsten Bogenfasern reichlichen Zuwachs. Von dem diffusen Faserwerk der f. s. ziehen dünne Stränge zunächst nur ventro-lateral zwischen den Bündeln des Str. i. hindurch zum Fuße herab. Später breitet sich diese Strahlung zum Fuße fächerförmig gegen die Mitte hin aus und zieht nun zum Fuße in dessen ganzer Breite. Auch mit Horizontalfasern steht das diffuse Faserwerk im Zusammenhang. Einzelne Querbündel formieren sich aus den Horizontalfasern lateral vom P. c. m., um sich demselben weiter frontal anzuschließen. Von dem dichten medialen Ende der dorsalen Zellreihe ziehen feine Fäserchen zum Fuße. Medial und etwas dorsal von den f. s. erscheint nun ein elliptisches Ganglion, welches weit oral sich ausdehnend als ein mächtiges G. ektomamillare anzusehen ist. Weiter oral umzieht der dicke Tr. p. tr. den medialen Fußrand, doch scheint er, wie dies auch Marburg be-

schreibt, sich zum Teil in der S. reticul. med. ped. aufzulösen. Gegenüber vom Tr. p. tr. strahlen aus dem G. ektomamillare Fasern zum F. H. aus, so daß das ganze Gebilde eine spindelige Gestalt bekommt. Das Str. i. ist sehr mächtig geworden und reicht dorsal bis an die f. s. heran, welche sich medial hin ausbreitend immer noch Längsfasern durch das Str. i. hindurch zum Fuße entsenden und sich auf diese Weise allmählich erschöpfen. Über den f. s. liegen nach Verschwinden des G. ektomamillare dichte Zellen, von welchen Fasern zwischen den medialen Fußbündeln hindurch zur S. reticul. med. ped. verlaufen. Schließlich tritt von der Seite her so wie bei Bradypus eine z. i. auf, an deren ventralem Rand sich die beschriebenen kompakten Bündel nunmehr immer weiter gegen die Mittellinie ausbreiten. Sie scheinen in dem noch ein beträchtliches Stück oraler medio-ventral von der z. i. erscheinenden, ganz charakteristisch geformten und gut erkennbaren C. L. zu enden.

44. Phascolarctus cinereus. Fast in jeder Hinsicht läßt sich die Beschreibung von Macropus auch auf Phascolarctus übertragen. In der gleichen Weise finden wir jenes periphere Ganglion, welches dann in den lateralen Teil der s. n. übergeht, in der gleichen Weise verhält sich die Ausdehnung und Gestalt der s. n., die Zellanordnung in derselben, die Horizontalfasern vom P. c. m., die Büschelfasern zur Haube und der Tr. p. tr. mit seinem mächtigen G. ektomamillare. Auch bei Phascolarctus erscheint eine Beziehung des Tr. p. tr. zu der S. reticul. med. ped. nicht unwahrscheinlich; da übrigens die Zellen des G. ektomamillare bis an diese heranreichen, so wird man wohl nicht fehlgehen, die Zellen der S. reticul. med. ped., welche etwa mit dem Tr. p. tr. in Konnex treten, zum G. ektomamillare zu rechnen. Auch die kompakten Bündel und medio-ventral von ihnen das diffusere Faserwerk der f. s. ist bei Phascolarctus vorhanden. Die von den letzteren zum Fuß verlaufenden Fasern sind allerdings nicht so mächtig wie bei Macropus. Ventral von den kompakten Bündeln, lateral von den f. s., liegt eine Gruppe von Zellen, welche Fasern in die seitliche Partie des Fußes entsendet. Die kompakten Bündel enden ebenso wie bei Macropus in dem zellreichen C. L., das wie bei dem letzteren weit frontal ventro-medial von der z. i., unmittelbar fast neben dem C. mamillare in unverkennbarer Weise zur Entwicklung kommt.

45. Phalangista vulpina. Phalangista unterscheidet sich im allgemeinen schon ganz beträchtlich von den eben beschriebenen Marsupialiern. Die s. n. beginnt mit ihrem mittleren Anteil, ist lateral nicht breiter als medial, der Fuß reicht schon ganz kaudal bis unter das Genic. med. Der laterale Teil der Soemmeringschen Substanz wird noch durch den kolossalen, seitlich weit ausladenden roten Kern geschmälert, welcher fast bis an das laterale Str. i. heranreicht. Statt einer Büschelstrahlung, welche hier den roten Kern durchsetzen müßte, sehen wir dichte Fasermassen von der lateralen s. n. den ventro-lateralen Rand des roten Kerns umschlingen und sich im dichten Fasergewirr der Haube der weiteren Verfolgung entziehen. Während in den Ebenen der mächtigen Entwicklung des N. ruber die Zellen der s. n. fast nur medial und dorsal angehäuft waren, wo sie ohne scharfe Grenze in die Haubenzellen übergingen, treten nach Verschwinden des N.

ruber auch im lateralen Teil der s. n. zahlreiche Zellen auf, die in ein dichtes Faserwerk eingelagert sind. Die so charakteristischen zum Fuß ausstrahlenden Fasern sind hier nicht zu erkennen. Mit der Reduktion des roten Kernes treten auch mächtige Bündel vom Tectum her im Bogen zu den dorso-lateralsten Partien der Soemmeringschen Substanz und formieren hier die bekannten kompakten Bündel. Diese lassen sich allerdings ziemlich reduziert bis zu dem weit oral gelegenen Luysschen Körper verfolgen, scheinen mithin zum Teil auch in der z. i., vielleicht auch noch in der s. n. zu enden. Z. i. und C. L. verhalten sich wie bei den beschriebenen Beutlern.

46. Perameles nasuta. Bei Perameles erscheint zunächst der laterale Teil der s. n., welche sich allmählich erst gegen die Mitte hin ausbreitet. Zuerst grenzt sie eine ziemlich große Strecke an die seitliche Peripherie, da erst in oraleren Ebenen die Fußfaserung lateralwärts sich ausbreitet. Bei Perameles finden wir wieder die bekannte Büschelstrahlung zur Haube, die f. s. allerdings auch ohne die Vertikalfasern zum Fuße, ferner Horizontalfasern vom P. c. m. und die bekannte Anordnung der Zellen, dorsal und besonders medial, wo sie in die Schleifenschicht hineinreichen. Die f. s. breiten sich frontalwärts gegen die Mitte hin bis zu den Ausläufern des P. c. m. aus, um diesen Streifen weißer Substanz sind die Zellen der Soemmeringschen Substanz gelagert und ventral von ihm liegt das Grau der s. n., das zwischen P. c. m. und medialem Fußrand an die Peripherie grenzt (Pedamentum lat.). Der Tr. p. tr. durchzieht die S. reticul. med. ped. und verlauft in einzelnen Strängen an den dorsalen Rand der s. n. Ein eigenes G. ektomamillare läßt sich nicht identifizieren. Die auch bei Perameles vorhandenen kompakten Bündel ziehen wiederum zum C. L., wenn sie auch wohl schon in der z. i. sich allmählich erschöpfen und vielleicht auch direkt in die Fibrae perfor. pedunc., respektive die Linsenkernschlinge übergehen. Das C. L. ist mächtig und zellreich und tritt wie bei den früheren Beutlern erst weit frontal und medial auf.

47. Dasyurus ursinus. Bei Dasyurus finden wir wieder jenes periphere Ganglion, das dann in die s. n. übergeht, mit seiner Verbindung zur lateralen s. n. und seinen Beziehungen zu Fasern der Haubenkreuzung und zum Stratum lemnisci des vorderen Vierhügels. Auch die beim Schwein. beschriebenen Vertikalfasern zwischen Genic. med. und Bracch. quadr. post. sind bei Dasyurus kräftig entwickelt. Nach Verschwinden des Ganglion senken sich diese Fasermassen immer weiter ventral, bis sie mit der Fußfaserung zusammenhängen; immerhin grenzt vorher die lateral sehr breite s. n. eine weite Strecke an die Peripherie. Im medialen, anfangs sehr schmalen Teile ziehen Fasern zwischen Fuß- und Schleifenschicht einher. Die Horizontalfasern vom P. c. m. lassen sich mitunter in die Schleifenschicht verfolgen, einzelne Fasern scheinen vom P. c. m. auch zum Fuß zu verlaufen. Etwas oraler sieht man die Büschelfasern in auffallend dicken Strängen in die Haube ziehen und sich dorsal den Bogenfasern anschließen. Durch sie sowie durch die frontal an der Stelle ihres Abganges auftretenden dichten f. s. gewinnt die s. n. Ähnlichkeit mit einer Nierenform, wie wir sie am ausgeprägtesten bei den Nagern

gefunden haben. Die „kompakten Bündel" grenzen an die lateralsten Bündel des Str. i., sind jedoch mit diesem nicht zu verwechseln, da sie sich schon in kaudalen Ebenen von der Haube her formiert haben. Dorso-medial von den f. s. verschwindet der Tr. p. tr., der sich ebenso wie das C. L. und die Endigung der kompakten Bündel ganz ähnlich verhält wie bei den bereits beschriebenen Marsupialiern.

Zusammenfassung.

Ich will nun versuchen aus den einzelnen Beschreibungen die wesentlicheren Punkte herauszugreifen, um auf Grund derselben die verschiedenen Tierklassen miteinander zu vergleichen.

Beim Menschen (Fig. 1) finden wir die relativ vielleicht am besten entwickelte Substantia nigra. Kaudal beginnt dieselbe wie bei allen Primaten mit ihrem intermediären Anteil. Bei Cynocephalus und Cebus treten die ersten Zellen der Soemmeringschen Substanz zwischen und über den Schleifenfasern auf. Eine Ganglienbildung der Zellen in der Form, daß einzelne Zellhaufen in einer markfaserarmen, aber von dichten Markfasern umzogenen Grundsubstanz liegen, findet sich nur beim Menschen. Folgende Einteilung der Zellen ergibt sich mehr oder weniger deutlich bei allen Primaten: Eine laterale, eine intermediäre, durch Fasern in zwei Etagen geteilte und eine mediale Gruppe.

Die laterale Gruppe ist am mächtigsten beim Menschen, wo sie ventral von den lateralen pontinen Bündeln, dorsal von dem als Fibrae subthalamicae substantiae nigrae bezeichneten Faserwerk begrenzt, sich weithin lateralwärts ausdehnt. Schon beim Orang steht die Ausbildung dieser Zellgruppe hinter der des Menschen zurück und noch geringer und schwerer abgrenzbar ist dieselbe bei den niederen Affen.

Die intermediäre Zellgruppe zerfällt durch Markfasern, die sie durchziehen, in eine ventrale und dorsale Schicht. Die erstere ist dichter, die letztere mehr diffus ausgebreitet, bisweilen in die Schleifenschicht übergreifend und in die Zellen der Substantia reticularis tegmenti ohne scharfe Grenze übergehend (Cynocephalus). Bei Hylobates und Cebus sind die beiden Etagen namentlich in den kaudalen Partien durch zahlreiche Zellbrücken verbunden, so daß die Einteilung einigermaßen verwischt wird. In oraleren Ebenen verschwindet diese Gruppierung der intermediären Zellen, sie liegen vielmehr in Haufen nebeneinander oder bei einigen Affen (Semnopithecus, Cynocephalus) in

einer dichten Reihe um die horizontal verlaufenden Fasern aus den medialen Teilen der Soemmeringschen Substanz.

Die mediale Zellgruppe ist meist in oraleren Ebenen, etwa in der Höhe des Oculomotoriusaustrittes besonders mächtig. Beim Menschen liegt in einer geringen fronto-kaudalen Ausdehnung in der Fossa interpeduncularis, unterhalb der Forelschen Kreuzung, knapp neben der Mittellinie eine Gruppe pigmentierter Zellen, die ich als paramediane Zellgruppe der Substantia nigra bezeichnet habe und deren natürlich pigmentlose Homologa ich nur beim Orang und bei Cebus finden konnte.

Was die Fasern der Substantia nigra anlangt, so läßt sich bei ihrer großen Zahl und ihrer überaus reichlichen Durchflechtung nur schwer Genaueres über den Verlauf aussagen. Zahlreiche Fasern zwischen Fuß und Schleife durchqueren die Soemmeringsche Substanz besonders in ihren kaudalen und medialen Abschnitten. Vom lateralen Teil der Substantia nigra lassen sich einzelne Fasern zur Haube in der Richtung gegen das zentrale Höhlengrau verfolgen, Fasern, die in Marburgs Atlas als Fibrae rectae bezeichnet sind und die wir Fibrae efferentes substantiae nigrae (f. e. n.) genannt haben. In oraleren Abschnitten tritt an der Stelle ihres Abganges aus der Soemmeringschen Substanz ein dichtes Faserwerk auf, das den Marburgschen Fibrae efferentes tecti (Fe. Qu.) entspricht und welche wir als Fibrae subthalamicae substantiae nigrae (f. s.) bezeichneten. Vom lateralen Fußabschnitt ziehen Fasern in die Gegend der Fibrae subthalamicae, vielleicht enden sie an den dort gelegenen Zellen der lateralen Zellgruppe der Substantia nigra. Bei einzelnen Affen sind diese Fasern zu Büscheln vereint wie bei Macacus, Cynocephalus und Cebus. In frontalen Ebenen schließen sich den Fibrae subthalamicae medial Fasern an, die wohl mit den medialen Zellen der Substantia nigra in Beziehung stehen. Die Fibrae subthalamicae lassen sich oralwärts in die ventrale Kapsel des Luysschen Körpers verfolgen, während sich der dorsalen Kapsel desselben Fasern anschließen, die sich von den seitlichen Fußpartien, vielleicht vom Tractus opticus, respektive der Commissura Meynert und, wie Inuus zeigt, vom Corpus geniculatum laterale zwischen den Fibrae subthalamicae und dem Forelschen Haubenfelde angesammelt haben. Die Schlesingerschen Bündel sind am mächtigsten beim Menschen.

Das Stratum intermedium tritt erst in oraleren Ebenen auf.

Das Corpus Luysii entwickelt sich am dorsalen Rande des Fußes, und zwar ganz lateral und breitet sich, die Substantia nigra allmählich ventro-medial verdrängend, gegen die Mittellinie hin aus. Die Zona incerta entspricht dem Grau, welches am Dorsalrand der zwischen Fibrae subthalamicae und Forelschem Haubenfeld angesammelten Fasern aufgetreten war und geht oraler in die Gitterschicht des Thalamus über.

Bei Lemur finden sich schon gewisse Unterschiede in der Morphologie der Substantia nigra gegenüber den Primaten. Der am kaudalsten reichende Teil der Substantia nigra ist der laterale, welcher aus einem mächtigen, Zellen und Fasern führenden Grau besteht; dieses grenzt auf weiter Strecke an die laterale Peripherie des Querschnittes, da der Fuß erst später sich seitwärts ausbreitet. Die intermediäre Zellgruppe läßt die Einteilung in zwei Etagen nicht mehr deutlich erkennen. Die mediale Zellgruppe erscheint erst weit oral. Allenthalben liegen die Zellen der Substantia nigra, wie wir es von nun an stets finden werden, auch zwischen und über der Schleifenschicht, so daß ihre Abgrenzung gegenüber den Haubenzellen schwer durchführbar ist. Horizontal die Substantia nigra durchziehende Fasern scheinen den Pedunculus corporis mamillaris zu formieren. Vertikal vom Fuß oder den ventralsten Zellen der lateralen Gruppe zur Gegend der Fibrae subthalamicae aufsteigende Fasern finden sich ebenso wie bei den Primaten. Weit oral ziehen von großen Zellen der Substantia nigra Fasern gegen die mittleren Partien des Fußes herab. Das Corpus Luys und die Zona incerta verhalten sich wie bei den Primaten.

Bei Pteropus beginnt die Substantia nigra ebenfalls lateral und läßt einen Zusammenhang mit dem lateralen Schleifenkern erkennen, der durch eine ganz peripher gelegene Zellgruppe vermittelt wird. Die intermediäre Zellgruppe wird durch die den Pedunculus corporis mamillaris formierenden Horizontalfasern in eine dorsale und ventrale Schicht geschieden; in der dorsalen Schicht finden sich besonders große Zellen. Die mediale Gruppe liegt über den Querschnitten des Pedunculus corporis mamillaris und ist wieder in den Austrittsebenen des Oculomotorius besonders dicht. Auch bei Pteropus

gehen die Zellen diffus in die der Haube über. Auffallend mächtig sind die büschelförmig in die Haube ausstrahlenden Fasern aus der lateralen Zellgruppe, die wir bisher immer nur vereinzelt und nicht in solcher Menge angetroffen haben. Das Stratum intermedium erscheint erst weit oral. Dort liegen die Zellen wieder in der bekannten Reihe um die Horizontalfasern zum Pedunculus corporis mamillaris.

Das Corpus Luysii scheint, soweit es sich aus den mangelhaften Präparaten erschließen läßt, erst weiter oral aufzutreten als bei den Primaten und Prosimiern, während sich die Zona incerta dorsal an die eben erwähnte Zellreihe der Substantia nigra anschließt.

Die übrigen Fledermäuse haben eine auffallend kleine Substantia nigra, allerdings auch einen sehr gering entwickelten Hirnschenkelfuß.

Bei den Carnivoren mit Ausnahme der Katze erscheinen zuerst die intermediären Zellen, bei einigen Tieren findet sich auch das erwähnte peripher gelegene Ganglion kaudal und dorsal von der Substantia nigra. Die laterale Zellgruppe ist relativ gering entwickelt, besonders auffallend ist dies bei Herpestes, Lutra, Nasua und Ursus. Dagegen reicht die Substantia nigra medial zwischen dem Fußrand und dem Pedunculus corporis mamillaris in beträchtlicher Strecke an die Peripherie. Es entspricht dieser Teil der Substantia nigra dem Pedamentum laterale Ziehens, zum Teil auch seiner Substantia reticularis medialis pedis, läßt sich aber kaum von der übrigen Substantia nigra isolieren. Bei einzelnen Raubtieren läßt sich eine Einteilung der intermediären Zellen in zwei Schichten durchführen, wie bei Nasua in oraleren Ebenen, undeutlicher bei Canis und Lutra. Ganz oral finden wir wieder den bekannten seichten Bogen der in dichter Reihe liegenden Zellen.

Auffallend ist oft das weit kaudale Auftreten eines Stratum intermedium. Die Fibrae efferentes substantiae nigrae bilden nicht so kräftige Büschel wie etwa bei Pteropus. Bei den meisten Carnivoren fanden sich Fasern, die aus dem Geniculatum mediale in die laterale Partie der Soemmeringschen Substanz, etwa in die Gegend der Fibrae subthalamicae substantiae nigrae einstrahlen. Bei der Katze und bei Herpestes treten Fasern vom medialen Fußabschnitt zu den medialen Zellen der Substantia nigra deutlich

hervor; bei Mustela sind wieder Fasern zwischen Fibrae subthalamicae und Fuß gut erkennbar. Der Hund besitzt ähnliche, wenn auch nicht so ausgeprägte ganglienartige Zellhaufen, wie wir sie beim Menschen beschrieben haben und hat ein deutlich abgrenzbares Ganglion ektomamillare. Das Corpus Luysii erscheint erst weiter frontal als die mächtige Zona incerta, welche die Substantia nigra oralwärts ablöst, und breitet sich von medial her seitlich aus (Fig. 2).

Auffällig ist schließlich die geringe Ausbildung der Substantia nigra, namentlich im Verhältnis zu der guten Entwicklung der Fußfaserung bei Lutra, Nasua und besonders bei Ursus. Den diffusen Übergang der Zellen in die der Substantia reticularis tegmenti und horizontal die Substantia nigra durchziehende Fasern vom Pedunculus corporis mamillaris treffen wir auch bei den Carnivoren an.

Beim Seehund ist die Substantia nigra recht gering entwickelt, besonders die laterale Zellgruppe ist nur wenig ausgebildet. Am kaudalsten reichen wieder die intermediären Zellen.

Die Insectivoren und Rodentier verhalten sich bezüglich der uns interessierenden Region einander ziemlich ähnlich. Die Substantia nigra beginnt kaudal mit dem lateralen Abschnitt, außer bei Hystrix und Cavia, wo durch das bogenförmige Ausweichen der Fußfaserung der intermediäre Teil der Substantia nigra am kaudalsten zu liegen kommt. Mächtige Faserbüschel entströmen der Substantia nigra, namentlich ihren lateralen Partien und schließen sich in der Haube teils den Bogenfasern an, teils enden sie an den zahlreichen Zellen der Substantia reticularis. In der Höhe dieser Faserbüschel gewinnt die Substantia nigra bei den meisten Nagern Nierenform, so zwar daß die Faserbüschel aus dem häufig lateral verlagerten Hilus der Niere hervorgehen, während die Fußfasern letztere kapselartig umgeben (Fig. 3). Die Zellen der Soemmeringschen Substanz sind zum größten Teil dorsal angesammelt, besonders dicht liegen sie medial um den Pedunculus corporis mamillaris und gehen diffus in die Haubenzellen über. Vom Pedunculus corporis mamillaris aus durchqueren wieder horizontal verlaufende Fasern die Substantia nigra, mitunter lassen sich einzelne Fasern vom ersteren in den Fuß verfolgen.

Die Nager besitzen, mit Ausnahme der Blindmaus, einen mächtigen Tractus peduncularis transversus und meist ein zir-

kumskriptes, gut entwickeltes Ganglion ektomamillare. An der Stelle des früheren Abganges der Faserbüschel zur Haube treten oraler die Fibrae subthalamicae substantiae nigrae auf. In das Gebiet dieser ziehen vom Hirnschenkelfuß Fasern empor, die mitunter von der ganzen Breite des Fußes sich sammelnd in einem Büschel die Substantia nigra in ihrer Mitte durchziehen (Ratte, Meerschweinchen). Die Zona incerta ist, wie wir es bereits bei den Chiropteren und Carnivoren gesehen haben, mächtig entwickelt, reicht viel weiter kaudal als das Corpus Luysii und bildet eine Strecke die dorsale Begrenzung der Soemmeringschen Substanz. Das Corpus subthalamicum ist außer bei Hystrix und Cavia nur wenig mächtig und tritt zuerst medial auf, um sich allmählich lateralwärts auszubreiten.

Hier möchte ich noch mit wenigen Worten auf meine Deutung der Zona incerta und des Corpus Luysii eingehen, namentlich mit Rücksicht auf die Terminologie B. Hallers bei der Maus. Daß meine Deutung der Zona incerta richtig und diese tatsächlich viel mächtiger ist und weiter kaudal reicht als das Corpus subthalamicum und dorsal an die Soemmeringsche Substanz grenzt, bestätigen zwei Abbildungen, die Kölliker vom Kaninchen gibt [1]).

Nach Hallers Nomenklatur existiert keine Substantia nigra. Haller spricht in der in Betracht kommenden Gegend bei der Maus nur von einem Ganglion hypothalamicum laterale und medium. Das erstere sei identisch mit dem Corpus Luysii der Autoren, reiche bis zur mittleren Gegend des Ganglion interpedunculare und werde von den Wurzelbündeln des Oculomotorius durchsetzt. In diesem Ganglion splittern sich nach Haller sämtliche Pyramidenfasern auf und es sei daher eine Zwischenstation der Großhirnrinden-Rückenmarksbahn. Es ist klar, daß das Corpus Luysii der Autoren diese Eigenschaften nicht besitzt, vor allem nicht so weit kaudal reicht und daß Haller unter dem Namen Ganglion hypothalamicum laterale die Substantia nigra mitsamt dem Luysschen Körper unterschiedslos zusammenfaßt [2]).

Das Ganglion hypothalamicum medium hingegen müße beim Menschen dorsalwärts vom sogenannten Luysschen Körper zu

[1]) P. 544 u. p. 545, Figg. 662, 664.

[2]) Das ergibt sich schon aus dem Vergleiche der Hallerschen Abbildungen des Mausgehirns T. XXV, Fig. 29, 31, 32 mit der Köllikerschen Fig. 642, p. 512.

suchen sein, „etwa dort, wo die sogenannte Lamina medullaris lateralis lagert, vorausgesetzt, daß es nicht geradezu identisch mit dieser ist". Daß ein Ganglion, also eine Zellenhäufung, nicht mit einer Lamina medullaris, d. i. mit einem Markstreifen identisch sein kann, ist selbstverständlich. Nach Hallers Abbildungen und Beschreibung scheint mir sein Ganglion hypothalamicum medium am ehesten der Zona incerta zu entsprechen.

Nicht uninteressant aber ist es, daß für den Zoologen Haller, der von den einfacheren Formen des Zentralnervensystems der Nichtsäuger ausgehend ein Säugerhirn studiert, sich eine Differenzierung des Luysschen Körpers und der Substantia nigra nicht ergibt, während sie sich demjenigen, der von den kompliziertesten Gehirnen ausgeht, mit unabweisbarer Deutlichkeit aufdrängt.

Beim Elefanten (Fig. 4) ist das hervorstechendste Merkmal die auffallende Zerklüftung der Substantia nigra durch mächtige Fasermassen, namentlich des Stratum intermedium, die ganglienförmige Anhäufung von Zellen und die mitunter sich findende Verlagerung solcher Ganglien in das Haubengebiet. Namentlich solche versprengte Ganglien lassen oft besonders deutlich ihre Verbindung sowohl mit dem Fuß als auch mit der Haube erkennen, ähnlich wie dies auch beim Menschen der Fall war. Die Fußfaserung rückt allmählich immer weiter lateral und läßt einem breiten Pedamentum laterale Raum. Die Zellen werden in den oralsten Ebenen spärlich, das Grau der Substantia nigra bekommt Nierenform, dergestalt, daß die mächtigen Fibrae subthalamicae den Hilus der Niere formieren. Die Fibrae subthalamicae treten in den zwischen ihnen sich entwickelnden Luysschen Körper ein, der die Substantia nigra oralwärts ablöst. Die Zona incerta reicht nicht so weit medial, um irgendwo die dorsale Begrenzung der Substantia nigra bilden zu können, da die letztere durch die laterale Ansammlung der Fußfasern gegen die Mitte hin verdrängt wurde.

Bei den Ungulaten findet sich wieder jenes periphere Ganglion kaudal und ventral vom medialen Kniehöcker und läßt Verbindungen mit dem Stratum lemnisci des vorderen Vierhügels deutlich erkennen. Die Substantia nigra beginnt meist lateral, beim Pferd erst ziemlich weit oral. Infolge der dorsolateralen Verlagerung des Pes pedunculi grenzt die Substantia

nigra zwischen dem medialen Fußrand und dem Pedunculus corporis mamillaris an die Peripherie des Querschnittes und bildet so ein Pedamentum laterale. Die Büschelfasern zur Haube sind meist weniger deutlich als bei den Nagern; namentlich beim Pferd gehen die Fasern mehr einzeln und auch von den medialen Partien der Substantia nigra aus. Die Fasern vom Fuß zur Gegend der Fibrae subthalamicae finden sich auch bei den Huftieren. Bei Schwein und Pferd zerfällt durch solche Vertikalfasern und durch das in der Mitte angesammelte Stratum intermedium die Substantia nigra in einen medialen und einen lateralen Abschnitt. Der Tractus peduncularis ist weniger stark entwickelt als bei den Rodentiern. Beim Kalb sieht man vom Forelschen Haubenfeld einzelne Faserstränge in die laterale Partie der Substantia nigra einstrahlen, ferner findet man einzelne ganglienartige Anhäufungen von Zellen im Gebiet des Forelschen Haubenfeldes ähnlich wie sie beim Menschen vorkommen. Corpus Luysii und Zona incerta verhalten sich ebenso wie bei den Nagern.

Noch weit stärker als bei den Ungulaten ist bei den Natantiern die Fußfaserung dorso-lateral verlagert, so daß die in der Mitte beginnende und medial sich ausbreitende Substantia nigra nicht dorsal, sondern medial von der Hauptmasse der Fußfaserung zu liegen kommt. Längsfasern umziehen von der letzteren aus die Substantia nigra an der Peripherie und führen graue Massen mit sich, die wohl der Ziehenschen Substantia reticulata medialis pedis entsprechen. Vertikalfasern zur Gegend der Fibrae subthalamicae finden sich auch bei den Waltieren. Bei Phocaena besteht ein Übergang des Graus der Substantia nigra in das Grau des Ganglion opticum basale von Meynert und damit in den Linsenkern. Das Corpus Luysii ist schwer zu unterscheiden, doch scheint es sich analog zu verhalten wie bei allen bisher beschriebenen Tierklassen mit Ausnahme der Primaten, Prosimier und des Elefanten.

Bei den Edentaten finden wir eine dichte Büschelstrahlung zur Haube, ferner ein deutliches Pedamentum laterale. Während sich bei Dasypus die Substantia nigra erst weit oral von der Brücke gleichmäßig zwischen Schleife und Fuß entwickelt, tritt sie bei Bradypus lateral auf und bleibt im lateralen Anteil durch eine weite Strecke am breitesten. Corpus Luysii und Zona incerta erweisen sich wieder ähnlich wie bei den Nagern.

Bei den Marsupialiern finden wir mit Ausnahme von Phalangista, wo die Substantia nigra im mittleren Teil beginnt, wieder den lateralen Teil am kaudalsten reichend. Manche Beutler lassen auch das erwähnte periphere Ganglion unter dem medialen Kniehöcker erkennen, welches in die laterale Substantia nigra übergeht. Die Zellen sind zum größten Teil dorsal und besonders medial über den Querschnitten des Pedunculus corporis mamillaris angehäuft und in die Schleifenschicht verstreut, nicht abgrenzbar gegen die Zellen der Haube. Die Büschelfasern zur Haube, ferner die Horizontalfasern vom Pedunculus corporis mamillaris zeigen das gleiche Verhalten wie bei verschiedenen bereits beschriebenen Tierklassen. Bei Dasyurus lassen sich Fasern vom Pedunculus corporis mamillaris auch in die Schleifenschicht und zum Fuß verfolgen. Vertikalfasern vom Fuß zu den Fibrae subthalamicae substantiae nigrae finden sich bei Macropus, weniger entwickelt bei Phascolarctus. Kompaktere Bündel von Faserquerschnitten formieren sich aus Bogenfasern der Haube dorso-lateral von den Fibrae subthalamicae und lassen sich ziemlich reduziert bis zum weit oral gelegenen, mächtigen Luysschen Körper verfolgen. Dieser, sowie die Zona incerta entspricht vollkommen dem Verhalten der meisten anderen Tierklassen. Ein dicker Tractus peduncularis transversus splittert sich, wie dies bereits Marburg beschreibt, in der Substantia reticularis pedis medialis, respektive dem Pedamentum laterale auf, um dann seinen gewöhnlichen Weg bis an die mediale Seite der Fibrae subthalamicae einzuschlagen. Bei Macropus findet sich ein besonders deutlich abgegrenztes elliptisches Ganglion ektomamillare, von dem aus Fasern zum Forelschen Haubenfeld ziehen.

Da mir Monotremenexemplare nicht zur Verfügung standen, will ich der Vollständigkeit halber die Angaben Ziehens über die Substantia nigra von Monotremen anführen.

Bei Echidna hystrix bezeichnet Ziehen die Zellen im Vergleich zu denen des Menschen als sehr pigmentarm (!). Der mediale Teil der Substantia nigra wird von Fasern durchbrochen, welche von der Schleifenschicht zum Fuß ziehen. Die Substantia reticularis lateralis pedis möchte Ziehen zur Substantia nigra rechnen, man wird daher folgerichtig auch die Substantia reticularis medialis pedis dazu zu zählen haben. Eine Unterscheidung der Substantia nigra und des Corpus Luysii

„schwebt fast ganz in der Luft". Ziehen beschreibt auch einen Faserzug, welcher eine Verbindung des Tuberculum olfactorium mit der Substantia nigra herstellt. Er nennt ihn „Kometenbündel" und läßt dieses teils im dorsalen Abschnitt des medialen Teiles der Substantia nigra enden, teils in den medialer gelegenen „Fasciculus triqueter" übergehen, welcher sich zwischen Pedamentum laterale und Nucleus ruber wie eine Wurzel auffasernd, im ventralen Teil des ersteren endet.

Auch von Kölliker wurde die Substantia nigra von Echidna und Ornithorhynchus abgebildet, wenn auch nicht genauer beschrieben.

Wenn wir die Tierreihe noch weiter herab verfolgen zu den Nicht-Säugern, so finden wir nirgends einen sichereren Anhaltspunkt, um irgendein Gebilde als Substantia nigra ansprechen zu können. Auch in der Literatur liegen keinerlei Angaben über eine Substantia nigra bei Nichtsäugern vor. In Edingers vergleichender Anatomie der niederen Vertebraten kommt der Terminus „Substantia nigra" gar nicht vor. Ziehen sagt: „Die Substantia nigra, das Stratum intermedium und das Spitzkasche Bündel sind schon bei den Vögeln und Reptilien nicht mehr sicher nachzuweisen. Ebenso fehlen die beiden Brückenbahnen nahezu vollkommen." Wir werden später nochmals auf diese Frage zurückkommen.

Nun wollen wir aus den Ergebnissen der vergleichend-anatomischen Untersuchung einige allgemeinere Schlüsse zu ziehen versuchen.

Die vergleichend-anatomische Forschungsmethode kann, abgesehen von ihrer Bedeutung für das Studium der Stammesgeschichte, einen doppelten Wert für uns haben. Einmal kann sie uns über den Verlauf gewisser Faserzüge Aufschluß geben, die etwa nur bei einzelnen Tieren infolge von zufällig günstigen Verhältnissen der Ausbildung und der Umgebung der Faserzüge deutlich verfolgbar sind, während sich sonst ihr Verlauf nicht erschließen läßt; das andere Mal aber ermöglicht sie uns Wahrscheinlichkeitsschlüsse bezüglich der physiologischen Bedeutung gewisser Gebilde zu ziehen, deren Ausbildung gleichzeitig mit gewissen Funktionen bei verschiedenen Tierklassen in auffallender Weise gleichsinnig variiert.

Was den ersten Punkt anbelangt, so können wir zunächst mit Recht sagen, daß jene feinen Fasern, welche z. B. beim Menschen vom tiefen Mark ventro-lateral verlaufen, die Schleifenschicht durchziehen, um an die Dorsalseite der Substantia nigra zu gelangen, jene Fasern, die Marburg als Fibrae rectae bezeichnet hat, den mächtigen, büschelförmigen Strahlungen gewisser Tierklassen, wie der Insectivoren, Rodentier, Marsupialier entsprechen und identisch sind mit den von Spitzer und Karplus zur Degeneration gebrachten Fasern aus der lateralen Substantia nigra zur Haube. Deshalb haben wir diese Fasern als Fibrae efferentes substantiae nigrae (f. e. n.) bezeichnet. Daß die Fasern nicht auch von der Haube zur Substantia nigra ziehen, ergibt sich aus dem Umstand, daß es nicht gelingt, durch Mittelhirnläsionen im Gebiet der Haube solche Fasern zur Substantia nigra degenerieren zu sehen. Davon habe ich mich selbst wiederholt überzeugen können.

Das von Marburg als Fibrae efferentes tecti (Fe. Qn.) bezeichnete Faserwerk im dorso-lateralen Teil des oralen Abschnittes der Soemmeringschen Substanz ist wohl zum größten Teil identisch mit der von Döllken beschriebenen, frühzeitig markhaltig werdenden Verbindung des Corpus Luysii mit der Substantia nigra. Diese daher als Fibrae subthalamicae substantiae nigrae (f. s.) bezeichneten Fasern sind in der Wirbeltierreihe ganz auffallend konstant.

Eine morphologische Eigentümlichkeit des Menschen und des Elefanten, die heterotopische Verlagerung ganglienartiger Zellansammlungen der Substantia nigra in das Haubengebiet, ermöglichen es, die Beziehung der Zellen der Soemmeringschen Substanz sowohl zu Fußfasern wie auch zur Haube mit Sicherheit zu konstatieren; sieht man doch zu solchen Ganglien Fußfasern emporziehen und anderseits aus ihnen Fasern zur Haube hervorgehen.

Das bei den verschiedensten Tieren erwähnte lateral gelegene Ganglion, das noch vor dem kaudalen Beginn der Substantia nigra an der seitlichen Peripherie des Querschnittes erscheint, ist wohl identisch mit dem von mir an Sagittalschnitten beschriebenen und beim Hund abgebildeten Ganglion g.

Merkwürdig ist das Verhalten des Corpus Luysii und der Zona incerta. Nur bei den Primaten, Prosimiern und dem

Elefanten löst das Corpus subthalamicum die Substantia nigra oralwärts ab, bei allen anderen Tierklassen, bei denen überhaupt bestimmte Aussagen auf Grund der vorhandenen Präparate möglich waren, erscheint der Luyssche Körper erst viel weiter oral und die Zona incerta ist es, welche die Substantia nigra zunächst dorsal begrenzt und dann verdrängt. Das Corpus Luysii entwickelt sich erst frontaler und breitet sich nicht von lateral, sondern von medial her weiter aus.

Das konstante Vorkommen der Substantia nigra in der Säugerreihe und ihr anscheinendes Fehlen bei allen Nichtsäugern läßt es von vorneherein wahrscheinlich erscheinen, daß ein Zusammenhang der Fußformation mit der Substantia nigra bestehen muß, wie er durch experimentelle und pathologische Untersuchungen erwiesen ist. Fehlt doch die Fußformation bei Nichtsäugern in der gleichen Weise wie die Soemmeringsche Substanz. Weiters ergibt sich, daß dieser Zusammenhang sich nicht nur auf die Pyramidenbahn bezieht, da bei Tieren, wo diese nur gering entwickelt (Natantia) [1]) oder wo ihre Existenz überhaupt zweifelhaft ist wie beim Igel (Bischoff), die Substantia nigra doch gut ausgebildet erscheint. Bei Fledermäusen, deren Pyramidenbahn Merzbacher und Spielmeyer sehr in Frage gestellt haben, ist allerdings die Substantia nigra auffallend klein, aber bei diesen Tieren ist die gesamte Fußfaserung recht spärlich.

An dieser Stelle möchte ich noch eines Falles Erwähnung tun, der sich der Reihe jener im ersten Abschnitt dieser Arbeit erwähnten Fälle verschiedener Autoren anschließt, welche über die Existenz von Beziehungen der Substantia nigra mit dem Großhirn zu entscheiden geeignet sind. Es handelt sich um jenen Fall von Porencephalie, welcher bereits von Obersteiner eingehend auch in bezug auf die Entwicklungsverhältnisse der Soemmeringschen Substanz beschrieben wurde und den ich zu den vorliegenden Untersuchungen selbst genau durchzusehen Gelegenheit hatte. Hier ist die Substantia nigra beiderseits gleich gut und etwa normal entwickelt (Fig. 5); auf der Seite, wo der Hirnschenkelfuß noch rudimentärer ist, sind die feinen Markfasern

---

[1]) Von Hyperoodon rostratus, dessen Pyramiden gering sind, sagen Kückenthal und Ziehen: „Die Substantia nigra ist außerordentlich mächtig entwickelt, ebenso die Bahnen des Hirnschenkelfußes mit Ausnahme der Pyramidenbahn."

der Soemmeringschen Substanz ebensogut ausgebildet wie auf der Gegenseite. Es könnte den Anschein erwecken, als ob dieser Fall gegen das Vorhandensein einer Beziehung der Substantia nigra mit der Hirnrinde sprechen würde, da ein fast vollkommener Defekt der Hirnrinde vorliegt und die normale Ausbildung der Substantia nigra höchstens mit der Annahme einer Verbindung derselben mit dem Streifenhügel, der ja intakt ist, sich vereinen ließe. Indes muß ich hier ein Moment anführen, welches nicht nur eine solche Schlußfolgerung in unserem Falle unberechtigt erscheinen läßt, sondern auch zeigt, daß manchem

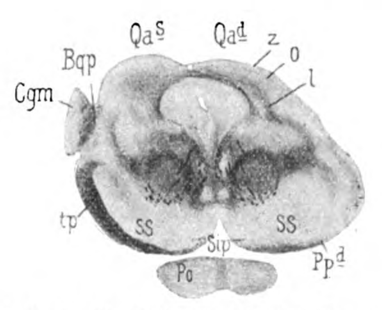


Fig. 5. Nach Obersteiner. *Bqp* hinterer Vierhügelarm; *Cgm* Corpus geniculatum mediale; *l* Schleifenschichte und *O* Opticusschichte des rechten Vierhügels; *Po* Pons; *Ppd* Pes pedunculi dexter; Qa^d und Qa^s rechter und linker vorderer Vierhügel; *Sip* Sulcus interpeduncularis; *SS* Substantia nigra Soemmeringii; *tp* temporale Brückenbahn; *Z* zonale Schichte des Vierhügels.

der im ersten Teil dieser Arbeit erwähnten Fälle eine Beweiskraft kaum zuzusprechen ist.

Handelt es sich wie in unserem Falle um eine Porencephalie, also um eine kongenitale Mißbildung, so ist es sicherlich nicht zulässig, eine Agenesie, beziehungsweise Hypoplasie aller mit dem mißbildeten Abschnitt normalerweise in Zusammenhang stehenden Teile des Zentralnervensystems zu postulieren. Bei der Anpassungsfähigkeit und Plastizität des in Entwicklung begriffenen Gehirns hat das Gesetz von der konsekutiven Atrophie keine so weit gehende Geltung und vielleicht entspricht es viel eher den Prinzipien der ontogenetischen Entwicklung, wenn gerade dort, wo im ausgebildeten Zustand Atrophie die Folge wäre, im werdenden Stadium sich eine gewisse vikariierende

Selbständigkeit und Unabhängigkeit von den fehlenden oder mißbildeten Teilen entwickelt.

Anderseits müssen wir im Hinblick auf eine Reihe von Fällen, die im ersten Abschnitt angeführt wurden, sagen, daß tief greifende Zerstörungen des Groß- und Zwischenhirns, die längere Zeit vor dem Tode auftreten, nicht nur die den Gesetzen der sekundären Degeneration und tertiären Atrophie entsprechenden Veränderungen veranlassen, sondern durch Schrumpfungsvorgänge bei der Narbenbildung so manche Form- und Gestaltsveränderung und direkte atrophische Veränderungen benachbarter Gebilde vortäuschen mögen.

Wir haben gesehen, daß das Zellgebiet der Substantia nigra namentlich bei den niederen Säugern, aber auch schon bei den tiefer stehenden Affen nicht scharf umgrenzt ist, sondern in und über die Schleifenschicht hinüberreicht und diffus in die Zellen der Substantia reticularis tegmenti übergeht[1]). Ja sogar beim Menschen finden sich noch mitunter pigmentierte Zellen der Substantia nigra in die Schleifenschicht verstreut, wobei allerdings die Substantia nigra scharf umgrenzt bleibt.

Spricht schon diese Tatsache für eine nähere Verwandtschaft der Zellen der Soemmeringschen Substanz mit den Haubenzellen, so ergibt sich dieselbe vielleicht auch aus dem Umstand, daß der Pedunculus corporis mamillaris wahrscheinlich, wie wir aus den Beschreibungen ersehen haben, bei einigen Tieren auch aus Zellen der Substantia nigra entspringt, während er bei anderen anscheinend nur aus Haubenzellen hervorgeht[2]). Beziehungen des Pedunculus corporis mamillaris zu den Zellen der Soemmeringschen Substanz hatten unter anderem schon Ganser beim Maulwurf, Ziehen bei Galeopithecus und Macropus angenommen.

---

[1]) Stieda hat sogar in seinen Beschreibungen vom Kaninchen, Hund und Maulwurf die Zellen der Substantia nigra und die des roten Kerns noch unter einem Namen, als Nucleus peduncularis zusammengefaßt — ein Zeichen davon, wie schwer eine strikte Abgrenzung dieser beiden Gebiete durchzuführen ist.

[2]) Daß der Pedunculus corporis mamillaris tatsächlich zum größten Teil aus Haubenzellen hervorgeht und zum Corpus mamillare verlauft und nicht etwa wie Edinger und im Jahre 1903 Probst behauptet, einen abgetrennten Teil der medialen Schleife darstellt, kann ich auf Grund experimenteller Untersuchungen behaupten, welche noch nicht veröffentlicht sind. Ich befinde mich hierbei in Übereinstimmung mit Lewandowsky und mit Probst vom Jahre 1900.

Diese Verwandtschaft der Zellen in der Substantia nigra und in der Substantia reticularis der Haube läßt vielleicht folgende Schlüsse auf die Onto- und Phylogenie der ersteren nicht unberechtigt erscheinen. Vor allem spricht sie nämlich entschieden dafür, daß die Zellen der Substantia nigra gleichen Ursprunges sind wie die Zellen der Haube, d. h., wie man ja a priori annehmen muß, daß sie aus der Wand des Medullarrohres in der entsprechenden Höhe hervorgegangen sind und sich ventral von den verstreuten Zellen der Haube angesammelt haben, nicht aber, wie Mirto glaubt, vom Globus pallidus ausgewandert sind.

Aber auch in stammesgeschichtlicher Hinsicht scheint es sehr plausibel, daß sich die Substantia nigra aus den namentlich bei niederen Tieren so zahlreichen Haubenzellen differenziert hat, welche als Assoziationszellen verschiedene Gebiete der Haube, verschiedene Kerne und Ganglien, oralere und kaudalere, zwecks koordinierten Zusammenwirkens miteinander verbinden. Durch die Anlagerung der Fußformation an die Ventralseite des Mittelhirns und durch das Auftreten von Verbindungen der ersteren mit Zellen des Mittelhirns war der Ort gegeben, wo sich Haubenzellen zweckmäßigerweise ansammeln mußten, wenn sie den Anschluß der Fußfaserung an Gebilde der Haube vermitteln sollten — zwischen Fuß und Haube.

Mit der Entwicklung einer Hirnrinde, einer Strahlung aus derselben und mit zunehmender Ausbildung einer kortikalen Beeinflussung sämtlicher nervöser Funktionen muß auch der koordinatorische Mechanismus, wie er durch die Zellen der Haube hergestellt wird, dem kortikalen Einfluß zugänglich werden. Und diesen kortikalen Einfluß scheinen die Zellen der Soemmeringschen Substanz durch ihren wohl sichergestellten Konnex mit dem Corpus striatum und mit der Hirnrinde sowie ihren vielfachen und verschiedenen anderweitigen Verbindungen mit Gebilden der Haube in idealer Weise vermitteln zu können.

So wie die zahlreichen Zellen, die durch den ganzen Hirnstamm hindurch in Gruppen angesammelt sind und von Edinger als Nucleus motorius tegmenti zusammengefaßt wurden, unter cerebellarem Einfluß „wahrscheinlich die Kontraktionen mehrerer Muskelgebiete zu gemeinsamer zweckmäßiger Tätigkeit verbinden" (Edinger), so, glaube ich, assoziieren und koordinieren

die Zellen der Substantia nigra unter dem Einfluß des Großhirns; sie übertragen Impulse von cerebraleren Zentren, vom Cortex oder vom Striatum direkt oder durch Assoziationszellen der Haube auf verschiedene efferente Zellkomplexe.

In vollstem Einklang stehen diese Anschauungen mit den physiologischen Tatsachen, die wir durch Economo und Jurman kennen gelernt haben und sicherlich ist die Koordination für den Kau- und Schluckakt nur eine von den zahlreichen koordinatorischen und assoziativen Funktionen der Soemmeringschen Substanz.

Noch ein Moment möchte ich anführen, welches vielleicht zu unseren Gunsten spricht: Die geringen Kenntnisse über die physiologische Bedeutung der Substantia nigra; denn daß diese nicht allein zum Kauen und Schlucken bestimmt sein kann, war ja von vorneherein klar. Sind es doch stets und überall Assoziationszentra, deren Funktion sich unserer Kenntnis am hartnäckigsten entzieht. Allerdings — ich will hier einem Einwand zuvorkommen — verhält es sich eigentlich anscheinend gerade umgekehrt, d. h. wir sind geneigt, diejenigen Gebiete des zentralen Nervensystems, über deren Funktion wir nichts Sicheres erfahren können, als Assoziationszentra anzusprechen. Immerhin werden wir nie genug Assoziations- und Koordinationszentra annehmen können, um uns die merkwürdige Kompliziertheit und wunderbare Präzision der sensomotorischen Vorgänge nur einigermaßen verständlich zu machen!

Wenn wir auf Grund dieser Anschauungen über Wesen und Bedeutung der Substantia nigra Soemmeringii uns nochmals den niederen Vertebraten zuwenden und sehen, ob wir nicht doch gewisse Gebilde im Zentralnervensystem dieser Tiere als Homologon der Substantia nigra anzusehen berechtigt sind, so wird folgende Erwägung uns leiten dürfen. Auch bei Nicht-Säugern existieren Fasermassen, welche das Vorderhirn mit kaudaleren Teilen, wenn auch nicht mit dem Rückenmark verbinden — Tractus striothalamicus, Tr. striomesencephalicus und Tr. strioisthmicus. Wenn nun in gleicher Weise von diesen Fasermassen Zweige zu den zahlreichen Assoziationszellen der Haube abgehen und einen Einfluß übergeordneter Zentren auf den Koordinationsmechanismus der Haube vermitteln, so werden die entsprechenden Haubenzellen, durch welche diese Vermittlung ge-

schieht, sich wieder zweckmäßig zwischen den Faserzügen aus dem Striatum und den übrigen Gebilden der Haube ansammeln

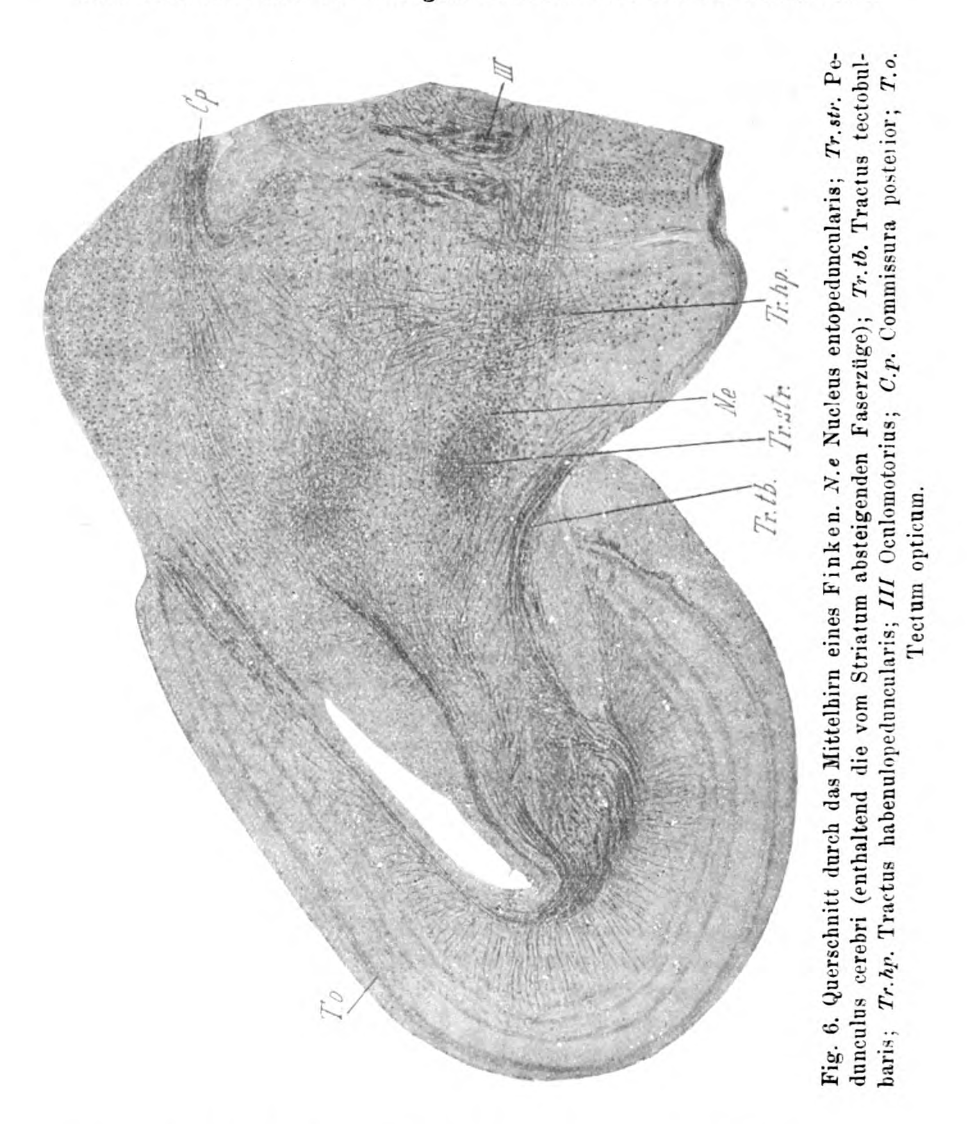


Fig. 6. Querschnitt durch das Mittelhirn eines Finken. *N.e* Nucleus entopeduncularis; *Tr.str.* Pedunculus cerebri (enthaltend die vom Striatum absteigenden Faserzüge); *Tr.tb.* Tractus tectobulbaris; *Tr.hp.* Tractus habenulopeduncularis; *III* Oculomotorius; *C.p.* Commissura posterior; *T.o.* Tectum opticum.

müssen, — hier wo die ersteren mitten drin in der Haube liegen, rings um sie und zwischen ihnen. Solche Zellen aber existieren in der Tat und sind von Edinger als Nucleus entopedun-

cularis, von Münzer und Wiener als Nucleus striaticus beschrieben und abgebildet worden.

Die großen Zellen des Nucleus entopeduncularis sind, wie Edinger schreibt, in die zum Pedunculus cerebri gesammelte Großhirnfaserung eingelagert und lassen sich neben den Fasern bis weithin rückwärts verfolgen (Fig. 6). Bei Fischen und Reptilien ist dieser Kern, wie Edinger sagt, in zerstreuterer Anordnung nachweisbar als bei den Vögeln, — also auch hier bei den phyletisch tiefer stehenden Tieren die geringere Differenzierung, der diffusere Übergang in die Nachbarschaft.

Nichts spricht dagegen, den Nucleus entopeduncularis der niederen Wirbeltiere in obigem Sinne als ein Homologon der Substantia nigra der Säuger aufzufassen.

III. Das Zellpigment der Substantia nigra.

Wenn ich daran gehe, einen eigenen Abschnitt der Besprechung des Pigmentes in den Zellen der Soemmeringschen Substanz zu widmen, so tue ich es deshalb, weil ich einerseits auf einen neuen Gesichtspunkt für die Auffassung seiner Bedeutung hinweisen, anderseits aber auch betonen möchte, daß unsere Kenntnisse vom sogenannten dunkeln Zellpigment des Nervensystems seit den Untersuchungen von Obersteiner und von Pilcz kaum eine wesentliche Bereicherung erfahren haben.

Eine Reihe von Befunden Calligaris', der in einer kürzlich erschienenen Arbeit sich mit dem Zellpigment der Substantia nigra befaßt, war schon durch die Untersuchungen der beiden erwähnten Autoren festgestellt, wie z. B. daß das dunkle Pigment weder Hämosiderin- noch Fettreaktion gibt, daß es sich nicht in Äther löst oder endlich die gesammten von Calligaris in einer Tabelle zusammengestellten Unterscheidungsmerkmale zwischen hellgelbem und dunklem Pigment.

Daß die Substantia nigra und ebenso der Locus coeruleus nur beim Menschen Pigment enthält und schon bei Affen desselben entbehrt, erwähnte vor Calligaris bereits Forel im Jahre 1877, welche Angabe seither allseits bestätigt wurde. Daß die „dunkle Substanz" im Locus coeruleus und in der Substantia nigra bei Kindern nicht existiert, konstatierte Stilling schon

im Jahre 1846, und Meynert sagte 1872: „Im kindlichen Gehirn und bei Säugetieren entbehren sie (die Zellen des Locus coeruleus) gleich denen der Soemmeringschen Substanz des Pigmentes". 1888 wurde von Obersteiner der prinzipielle Unterschied zwischen dem hellgelben und dem sogenannten dunklen Zellpigment festgestellt, 1895 von Pilcz konstatiert, daß der Beginn der Pigmententwicklung in der Substantia nigra Soemmeringii beiläufig um das dritte Lebensjahr zu fixieren ist und dieselbe bis zum 18. Jahre etwa fortschreitet. Von dieser Zeit an bleibt der Pigmentgehalt der Zellen das ganze Leben hindurch konstant, wiewohl auch einzelne wenige, vollkommen pigmentfreie Ganglienzellen sich stets finden.

Pilcz stellte ferner fest, daß das Pigment keine Eisenreaktion gibt, „also sicher nicht hämatogen" ist, daß es sich mit Osmium nicht schwärzt und bei Behandlung nach Weigert-Pal deutlich dunkler wird, daß es ferner durch keines der gebräuchlichen Reagenzien, wie z. B. Jodtinktur, Lugolsche Lösung, konz. Säuren und Alkalien, Foàsches Reagenz, basische und saure Anilinfarbstoffe u. dgl. beeinflußt und angegriffen wird.

Obersteiner erwähnt, daß das dunkle Pigment in den Nervenzellen des Menschen unter der Einwirkung von konz. Schwefelsäure heller wird und vermutet, daß zwischen den Körnchen dunklen Pigmentes auch solche, die er als helles, als Fettpigment bezeichnet, verstreut sind. Die gleiche Annahme macht Calligaris, weil er bei Anwendung der Weigert-Palschen Methode punktförmige intensiv blaugefärbte, also myelinartige Körnchen zwischen den braunen Pigmentkörnern wahrnehmen konnte. Calligaris gibt auch an, daß das dunkle Pigment keine Glykogenreaktion gibt, daß es sich in Xylol nicht löst und daß es durch Osmium und eine Reihe von Farbstoffmischungen einen dunkleren, bräunlichen Farbenton annimmt. Im reifen Alter soll die dunkle Farbe der Pigmentschollen intensiver sein als in der Jugend. Die chemische Zusammensetzung derselben sei noch nicht aufgeklärt, indes entsprechen die histochemischen Kennzeichen des schwarzen Pigmentes denen des Melanins, wie es sich in der Retina und Cutis findet.

Mit den Methoden von Bielschowsky und von Donaggio konnte Calligaris konstatieren, daß die Neurofibrillen in die

Pigmentmassen einzudringen scheinen. Oft häufen sie sich um die Pigmentmassen nach Art eines perinukleären Reifes an und von dem die Pigmenthaufen umziehenden Reif zweigen dann „unregelmäßige Fibrillenstreifen in das Innere der Pigmentmasse ab, die auf diese Weise oft ein alveoläres Aussehen annimmt".

Daß sich Pigmentschollen auch in den protoplasmatischen Fortsätzen der Zellen finden, wurde schon vor Calligaris durch Olmer u. A. beschrieben. Olmer stellte an Schnitten, welche er durch Chlor im statu nasc. depigmentierte, fest, daß das Pigment mit den chromatophilen Granulis nicht zusammenhängt und daß die Nisslschollen in Form von dunkel tingierten Stäbchen in den Zellen verteilt sind, so daß diese letzteren den Zellen mit intensiver Tätigkeit sehr ähneln.

Bezüglich der Bedeutung des Pigmentes hält es Calligaris für wahrscheinlich, daß alle Arten des Pigmentes ohne Unterschied Produkte komplexer chemischer Prozesse sind, die mit dem Stoffwechsel der Zellen verknüpft sind und infolge uns unbekannter Reaktionen, je nach Art, Funktion und Zusammensetzung des Elementes, das sie hervorbringt, verschieden sind. Das Pigment ist „nichts anderes als gewissermaßen der Detritus der Maschine", die Schlacke der chemischen Synthesen und Lebensprozesse des Protoplasmas. Warum sich das schwarze Pigment nur im Locus coeruleus und in der Substantia nigra Soemmeringii findet[1]), will Calligaris in folgender Weise erklären. Da der Locus coeruleus und die Substantia nigra ihr Pigment schon in früher Kindheit bekommen, so deutet das auf eine Überanstrengung dieser Zellgruppe schon seit den ersten Augenblicken des Lebens. Da nun das Protoplasma einer jungen Zelle dem einer schon entwickelten vom chemischen Standpunkte nicht gleich ist, so ist es begreiflich, daß auch die Abfallsprodukte einer solchen jungen Zelle besondere histochemische Kennzeichen aufweisen gegenüber der Schlacke einer entwickelten Zelle. Der letzteren entspricht das gelbe Pigment, den Stoffwechselprodukten der jungen Zelle das dunkle Pigment. Worin aber die spezifischen, zur Überanstrengung führenden Funktionen des Locus

---

[1]) Die pigmentierten Zellen des dorsalen Vaguskerns und der Spinalganglien berücksichtigt Calligaris nicht.

coeruleus und der Substantia nigra bestehen, das vermag Calligaris nicht anzugeben.

Ganz unberücksichtigt läßt er auch bei seinem Erklärungsversuch, daß das dunkle Pigment nur beim Menschen und bei keinem Tiere vorkommt. Kommt es denn bei Tieren zu keiner Überanstrengung der betreffenden Zellgruppen in der frühesten Jugend oder führt sie nicht zu der Ablagerung einer Schlacke in Form von Pigment? Weshalb und woher dieser prinzipielle Unterschied?

Jedenfalls erscheint auch durch die Untersuchungen Calligaris' die Ansicht Sehrts über das Pigment der Substantia nigra gründlich widerlegt, welcher dasselbe nicht zu den melanotischen Pigmenten, sondern zu den „fetthaltigen oder fettähnlichen Abnützungspigmenten" rechnet, weil er in manchen Fällen eine Tinktion des „feinstkörnigen Pigments der kleinsten Zellen" mit Sudan III. wahrnehmen konnte; die größeren Pigmentschollen blieben ungefärbt. Sehrt will es scheinen, daß das Pigment nur wenn es jung ist, sich färbt und mit der Zeit sein Verhältnis zum Fett ändert, eine andere Qualität annimmt. Hätte Sehrt die Arbeit Obersteiners gekannt, so würde er selbst eingesehen haben, daß die feinsten mit Sudan sich tingierenden Körnchen dem im ganzen Zentralnervensystem verbreiteten und auch in den Zellen der Substantia nigra neben dem für diese charakteristischen dunklen Pigment vorkommenden sogenannten hellgelben, lipoiden Pigment zuzuzählen sind, nichts aber mit dem spezifischen, dunklen Pigment zu tun haben.

Recht merkwürdige Anschauungen über das dunkle Pigment äußert in allerjüngster Zeit Marinesco. Er hatte nämlich schon früher in einem Falle von Paralyse bräunliche Kristalle in den Zellen der Substantia nigra gefunden, in der Gestalt rhombischer Tafeln, die die Eisenreaktion nicht gaben und die er als Hämatoidinkristalle anzusprechen geneigt war. Er hatte damals angenommen, daß das Hämatoidin in gelöstem Zustande in die Zellen eingedrungen sein dürfte. Nun aber zieht Marinesco folgende Schlüsse aus seinem Befund.

Der in die Zelle eingedrungene Blutfarbstoff könne auf zweierlei Weise von der Zelle verändert werden, indem er des Eisens verlustig geht: Das eine Mal entstehe aus ihm das melanotische Pigment, das andere Mal entstünden Hämatoidinkristalle.

Der zweite Prozeß sei pathologisch, normalerweise werde aus dem Blutfarbstoff nur Melanin gebildet. Das Pigment sei also nicht ein Produkt der Desintegration, des Zerfalls der Zellsubstanz, sondern ein von der Zelle produzierter, eigens gebildeter Stoff. Marinesco will Pigmentschollen nicht nur in Ganglienzellen, sondern auch in Gliazellen und Gefäßwänden der Substantia nigra gesehen haben, woran er die Hypothese knüpft, daß vielleicht das in den Zellen gebildete Pigment in den Blutkreislauf gelange und nun auf irgendeine Weise zur Ernährung der Gewebe beitrage.

Nicht unerwähnt lassen möchte ich noch die rundlichen, homogenen, chromatophilen Granulationen, die bei der gemischten Pikro-Nigrosin-Saffraninfärbung nur das Saffranin aufnehmen und zuerst von Olmer in den Zellen des Locus coeruleus gefunden wurden. Marinesco fand spärlichere derartige chromatophile Granulationen auch in der Substantia nigra und identifizierte sie mit den schon vorher von ihm in Spinalganglienzellen beschriebenen erythrophilen Körperchen. Marinesco spricht auch die Vermutung aus, daß vielleicht diese chromatophilen Granulationen durch allmähliche Umwandlung in das dunkle Pigment übergehen dürften, da im Alter diese Granulationen keine so kompakten Massen mehr bilden wie beim Kind oder einem jungen Individuum. In jüngster Zeit nimmt Marinesco an, daß diese „oxyneutrophilen Granulationen" die Rolle irgendeines Fermentes spielen. Nach Olmer treten sie im Locus coeruleus etwa im 12. Monat, also gleichzeitig mit den Pigmentkörnchen auf. Daß diese Granulationen auch der Substantia nigra zukommen, wurde von Calligaris bestätigt.

Zu erwähnen sind schließlich noch die von Marinesco beschriebenen, nur in der Substantia nigra und im Locus coeruleus vorkommenden, sogenannten acidophilen paranucleolären Körperchen, die bei Romanowsky-Färbung sich rot tingieren. Sie liegen im Zellkern, oft zu zweien oder dreien ohne gesetzmäßige Lagebeziehung zum Kernkörperchen. Man kann manchmal auch bis zu sechs solcher acidophiler Körperchen im Zellkern sehen. Beim Kind fehlen sie, sie treten wahrscheinlich erst um das 15. Jahr auf und nehmen mit dem Alter an Zahl zu. Bezüglich ihrer chemischen Beschaffenheit steht es fest, daß sie nicht fett- noch lecithinartig sind. In der Substantia nigra

sind sie zahlreicher als im Locus coeruleus; trotzdem findet man sie nicht in allen Zellen derselben. Marinesco scheint es naheliegend, irgendeine Beziehung auch dieser paranucleolären Körperchen zu dem dunkeln Pigment anzunehmen.

Wenn ich nun zu meinen eigenen Untersuchungen schreite, so möchte ich zunächst das Verhalten des Pigmentes gegenüber einigen Reagenzien und Farbstoffen besprechen, soweit es einerseits noch nicht aus den Untersuchungen von Pilcz, Obersteiner und Calligaris bekannt, anderseits geeignet ist die große Wahrscheinlichkeit noch zu erhöhen, daß das Pigment melaninartig ist, d. h. zu jener Gruppe wohlcharakterisierter, komplexer chemischer Verbindungen gehört, die wir unter dem Namen Melanine zusammenfassen. Calligaris namentlich hält ja schon das dunkle Pigment des menschlichen Zentralnervensystems auf Grund seiner histochemischen Kennzeichen für Melanin, welche Kennzeichen in der fast absoluten Unbeeinflußbarkeit durch die mannigfachsten Reagenzien bestehen. Auch Carrier meint, das Pigment ähnle auffallend dem Melanin in der Retina und in der Haut.

Es bedarf vielleicht einiger Worte bezüglich der Unlöslichkeit des dunkeln Pigmentes in Alkalien. Es finden sich nämlich Angaben, daß das Melanin sich in verdünnten Laugen löse. Dieses trifft nun für eine Reihe von Melaninen zu, einzelne aber sind auch in Alkalien unlöslich. Fränkel sagt, die Löslichkeit in verdünnten Alkalien differiere stark, das Augenpigment z. B. löse sich beim Kochen in Alkalien. v. Fürth bezeichnet die Melanine als schwer löslich in Alkalien und erwähnt eines (das durch Versetzen einer aus Schmetterlingspuppen hergestellten Tyrosinaselösung mit Tyrosin entsteht), welches auch in verdünnten Alkalien unlöslich ist. Die Unlöslichkeit des dunkeln Pigmentes des menschlichen Zentralnervensystems in Alkalien spricht also nicht gegen seinen melaninartigen Charakter[1]).

Der Reihe von Reagenzien, welche das Pigment nicht zu verändern vermögen, füge ich noch hinzu das Pepsin und das Trypsin. Gefrierschnitte, welche im Brutofen der Verdauung mit

[1]) In allerjüngster Zeit gibt übrigens Marinesco im Widerspruch mit den früheren Autoren an, daß Kalilauge eine lösende Wirkung auf das Pigment ausübe.

Pepsin und Trypsin ausgesetzt wurden, zeigten nicht die geringste Veränderung der Pigmentschollen, während Kontrollproben die Wirksamkeit der digerierenden Kraft der Fermente außer Zweifel stellten.

Daß das Pigment durch Chlor entfärbt wird, hatte schon Olmer beschrieben. Ich kann seine Angabe bestätigen und hinzufügen, daß das Gleiche auch für das Augenpigment zutrifft. Die Methode, deren ich mich bediente, um das Chlor auf den Schnitt einwirken zu lassen, war sehr einfach. Einige Schnitte wurden in eine Dose mit Wasser übertragen, etwas Chlorkalk hineingeschüttet und Salzsäure dazu getropft, hierauf die Dose schnell verschlossen. In einigen Minuten ist das Pigment unter der Einwirkung des Chlors im st. nasc. entfärbt. In welcher Weise das Pigment durch Chlor verändert wird, ob es morphologisch zerstört oder nur in einen farblosen Körper umgewandelt wird, scheinen mir folgende Tatsachen entscheiden zu können. Bekanntlich färben sich die Pigmentkörnchen bei Behandlung des Schnittes nach der Bielschowsky-Methode gewöhnlich nicht. Wohl aber fand ich die Körnchen tiefschwarz tingiert, als ich mit Chlor vorbehandelte, also entpigmentierte Schnitte der Bielschowsky-Prozedur unterwarf. Ebenso nahm das Pigment an einem mit Chlor vorbehandelten Paraffinschnitt bei Toluidinblau-Eosinfärbung dunkelblauschwarze Farbe an.

Diese Tatsachen scheinen mir dafür zu sprechen, daß das Pigment zum mindesten nicht sofort morphologisch zerstört und aufgelöst, sondern daß es in einen farblosen Körper übergeführt wird, welcher die Eigenschaft hat, sich mit gewissen Stoffen leichter zu färben, eine größere Affinität z. B. zum Silber oder zum Toluidinblau besitzt als das Pigment. Eine gewisse, wenn auch geringe Färbbarkeit finden wir ja auch bei diesem letzteren, denn es wird bei längerer Behandlung mit Toluidinblau oder Jodgrün deutlich dunkler. Von der Affinität des Pigmentes zum Silber wird noch die Rede sein, hier will ich nur erwähnen, daß ich an einem vollkommen mißlungenen Bielschowsky-Präparat von der Substantia nigra, welches überall Silberniederschläge aufwies, auch eine Schwarzfärbung der Pigmentschollen beobachten konnte; bei der Tendenz des gelösten Silbers sich niederzuschlagen wird es also von den Pigmentkörnern attrahiert.

Wenn man einen gechlorten Schnitt bei Licht in der Silberlösung hält bis er violett wird und dann nach Bielschowsky weiterbehandelt, so bleiben die Zellen vollkommen ungefärbt und fallen als weißliche Flecken in der dunkeln Umgebung auf. Bei längerer Einwirkung allerdings scheint das Pigment durch Chlor nicht nur entfärbt sondern auch seiner morphologischen Gestalt nach zerstört zu werden, denn solche Nissl-Präparate zeigen neben dem Tigroid nichts, was auf die früheren Pigmentkörnchen schließen ließe.

Dass sich die Pigmentschollen bei Anwendung der Cajalschen Methode schwärzen, erwähnt bereits Calligaris. Ja die Schwärzung durch Silber bei Verwendung der der Cajalschen ziemlich gleichen Methoden von Levaditi oder Bertarelli wurde in neuester Zeit als eine spezifische Reaktion des melanotischen Pigments angegeben. Überdies fanden Schreiber und Schneider und vor diesen schon Bizzozero, daß sich nicht nur die Pigmentkörnchen in der Haut und im Auge mit Silber schwärzen, sondern auch deren farblose Vorstufen.

Es lag nahe zu untersuchen, ob sich etwa auch in der Substantia nigra oder im Locus coeruleus derartige farblose, aber die Silberreaktion gebende Vorstufen des Pigmentes finden. Ich bediente mich bei dieser Untersuchung der von Levaditi angegebenen und von Schreiber-Schneider nur bezüglich der Einwirkungsdauer der Reagenzien modifizierten Methode.

Es wurden Stückchen von der Substantia nigra eines Kindes, welches noch kein Pigment besaß, ferner Substantia nigra einer Katze und Substantia nigra eines Erwachsenen gleichzeitig und ganz gleich behandelt.

Während in den Zellen des Erwachsenen die Pigmentkörnchen tiefschwarz von ihrer bräunlichen Umgebung abstachen, ließ sich keine schwarze Scholle in der Substantia nigra des Kindes oder der Katze auffinden. Es existieren demnach keine farblosen Vorstufen des Pigmentes im Sinne Schreiber-Schneiders in der Form von mit Silber sich schwärzenden Körnchen, weder beim Kind noch beim Tier.

Was die zuerst von Marinesco beschriebenen acidophilen paranucleolären Körperchen anlangt, so können sie schon deshalb nichts mit dem Pigment zu tun haben, weil ich sie einigemal auch in der Soemmeringschen Substanz von Tieren, nament-

lich des Hundes bei Anwendung der Ehrlichschen Triacidfärbung oder der Toluidinblau-Eosinfärbung gesehen habe. Welche Umstände es sind, die es bewirken, daß das Chromatin anstatt der Form von Körnchen, feiner Fädchen oder eines Netzchens in den betreffenden Zellkernen Kugelform annimmt, läßt sich schwer sagen. Jedenfalls scheinen gewisse physikalisch-chemische Zustände im Zellkern geändert, z. B. die Oberflächenspannung der acidophilen chromatischen Substanz vergrößert zu sein. Daß derartig veränderte physikalisch-chemische Zustände gerade in denselben Zellen sich vorfinden, in welchen, wie wir sehen werden, sicherlich wenigstens beim Menschen auch gewisse in anderen Zellen nicht vorkommende chemische Prozesse vor sich gehen, das mag wohl eines tieferen Zusammenhanges nicht entbehren.

Mit den folgenden Anschauungen einiger Forscher über die Pigmentbildung in der Epidermis hat die Existenz acidophiler paranucleolärer Körperchen wohl nichts zu tun. Es wurde nämlich von einer Reihe von Autoren beobachtet, daß der Pigmentbildung in Epidermiszellen eine Anreicherung des Kerns mit nucleolarer Substanz vorausgeht, welche zum Teil aus dem Kern in das Protoplasma übertritt und hier oder sogar schon intranucleär in die braunen Pigmentschollen übergeht. Dieser Vorgang wurde unter anderem bei der Pigmentbildung an der menschlichen Epidermis durch Finsenbestrahlung (Meirowsky) sowie bei der Pigmentbildung durch Sonnenlicht an der Kaninchenhaut (Hellmich) beobachtet.

Bei Albinos bleibt die Pigmentbildung aus (Meirowsky), ebenso läßt sich bei albinotischen Kaninchen durch Adrenalininjektionen keine Pigmentbildung hervorrufen, während dies bei Katzen gelingt (Lichtwitz). Es wäre interessant zu erfahren, ob bei Albinos auch die Pigmentbildung im Zentralnervensystem ausgeblieben ist.

Ähnliche Vorgänge wie bei der Pigmentbildung in Epidermiszellen sind in Ganglienzellen nicht beobachtet worden. Wenn übrigens Oberndorfer die gleiche Entstehungserklärung (Ausstoßung nucleolärer Substanz ins Plasma) auch für die lipoiden Abnutzungspigmente gelten lassen will, so erscheint mir dadurch schon die Bedeutung dieser Erklärung für das Pigment der Ganglienzellen sehr zweifelhaft.

Alle erwähnten Untersuchungen über das dunkle Pigment des Zentralnervensystems sind von Morphologen ausgeführt worden und doch will es mir scheinen, daß die chemische Betrachtungsweise uns hier dem Ziele näher bringen kann als die morphologische.

Sicherlich wäre das Pigment des Zentralnervensystems für den Chemiker ein recht unzugängliches, schwer zu beschaffendes Untersuchungsobjekt, indes wenn irgendwo in der exakten Naturwissenschaft Analogieschlüsse berechtigt sind, so sind sie es zweifellos in unserem Falle. Wir wissen fast sicher, daß das dunkle Pigment des zentralen Nervensystems zu der Gruppe der Melanine gehört, von den Melaninen aber und ihrer Entstehung weiß der physiologische Chemiker so manches. Es wird an uns sein, die für Melanin im allgemeinen giltigen Tatsachen dem Melanin des Zentralnervensystems anzupassen.

Durch eine große Reihe von Untersuchungen ist es sehr wahrscheinlich geworden, daß, wie v. Fürth sagt, „die Bildung der melanotischen Pigmente auf der Einwirkung eines oxydativen Fermentes, einer Tyrosinase, auf Tyrosin oder andere hydroxilierte Substanzen aromatischer Natur beruhe". „Es liegt daher nahe, den Prozeß der physiologischen und pathologischen Entstehung melanotischer Pigmente in 2 Phasen aufzulösen und denselben auf das Zusammenwirken zweier Enzyme, einer Tyrosinase und eines autolytischen Fermentes zurückzuführen". Das autolytische Ferment hätte eben die zyklischen Spaltungsprodukte des Eiweißes (Tyrosin, Tryptophan etc.) in Freiheit zu setzen, aus welchen unter der Einwirkung gewisser, mehr oder weniger spezifischer Oxydasen das Melanin entsteht.

Von den Arbeiten, durch welche bei den verschiedensten Organismen aus pigmentbildenden Zellen oxydative Fermente isoliert wurden, die zu bestimmten, zu ihnen passenden aromatischen Substanzen zugesetzt in vitro Melanin produzierten, will ich nur die in jüngster Zeit erschienene Untersuchung Neubergs erwähnen, welcher in einem Fall von multiplen Melanomen aus diesen ein Ferment isolierte, das zwar nicht mit Tyrosin, wohl aber mit Adrenalin und mit dem nahe verwandten Paraoxyphenyläthylamin eine Schwärzung ergab. Alsberg fand in einem Falle von Melanom ein Ferment, das undeutlich auf Tyrosin, aber ausgesprochen auf Brenzkatechin wirksam war.

Es besteht also eine gewisse Spezifizität der Oxydasen; bestimmte Fermente wirken nur auf eine beschränkte Gruppe zyklischer Substanzen.

Die Bedeutung dieser Melanin bildenden Oxydasen scheint allenthalben in der organischen Welt eine sehr große zu sein. O. Cohnheim sagt über sie folgendes: „Sie sind es, die das Dunkelwerden des Insektenblutes an der Luft, das Braun-, Rot-, Schwarzwerden der Blätter im Herbst bedingen, nachdem proteolytische Fermente das im Leben unangreifbare Eiweiß der Zellen gespalten haben".

Ich glaube nun unser Problem folgendermaßen formulieren zu dürfen: Wie kommt es, daß nur beim Menschen und nur an den bestimmten Stellen des Zentralnervensystems in einem bestimmten Alter eine Oxydase und ein ihr entsprechendes zyklisches Spaltungsprodukt des Eiweißes auftritt?

Nur unbeweisbare, haltlose Theorien könnten uns vorderhand über diese Fragen hinweghelfen!

Ich möchte nicht schließen, ohne meinem verehrten Lehrer und Chef, Herrn Hofrat Obersteiner für die vielseitige Förderung dieser Untersuchungen meinen besten Dank auszusprechen.

Literatur.

Alsberg C., Zitiert nach Neuberg C.

Amaldi P., Contributo all' anatomia fina della regione peduncolare. Rivista sperim. di freniatria, Bd. XVIII, 1892.

Bauer J., Über ein Faserbündel der Haube und dessen mögliche Beziehung zum Kauakt. Anatom. Anzeiger 1908, Bd. XXXIII.

Bechterew W. v., Über die Längsfaserzüge der Formatio reticularis. Neurol. Centralbl. 1885, 4.

Derselbe, Zur Frage über sekundäre Degenerationen des Hirnschenkels. Ref. ebenda (Orig. russisch).

Derselbe, Zur Frage über die sekundäre Degeneration des Hirnschenkels. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkr. 1888, 19.

Derselbe, Zur Frage über den Einfluß der Hirnrinde und des Sehhügels auf die Schluckbewegung. Neurol. Centralbl. 1894, 13.

Derselbe, Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark. 1899.

Derselbe, Die Funktionen der Nervenzentra 1908.

Bischoff E., Beitrag zur Anatomie des Igelhirns. Anatom. Anzeiger 1900, Bd. XVIII.

Bizzozero E., Sulle cellule cromatofore e di Langerhans nella pelle. Archivio per le Scienze Mediche, Bd. XXX, 1906.

Derselbe, Methode zur Darstellung von Pigmenten und ihrer farblosen Vorstufen. Münchener med. Wochenschr. 1908, 41.

Brissaud E., Leçons sur les maladies nerveuses. 1895.

Cajal S. Ramon y, Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados. Madrid 1904.

Calligaris G., Beitrag zum Studium der Zellen des „Locus coeruleus" und der „Substantia nigra". Monatsschr. f. Psych. u. Neurol. 1908, 24.

Carpenter, Zitiert nach Economo.

Carrier H., La cellule nerveuse normale et pathologique. Paris 1904.

Cohnheim O., Die Physiologie der Verdauung und Ernährung. 1908.

Déjerine J., Anatomie des Centres Nerveux. 1901.

Döllken A., Zur Entwicklung der Schleife und ihrer zentralen Verbindungen. Neurol. Centralbl. 1899, 18.

Economo C. v., Die zentralen Bahnen des Kau- und Schluckaktes. Pflügers Arch. 1902, 91.

Edinger L., Untersuchungen über das Vorderhirn der Vögel. Senckenbergsche Abhandl. 20, 1903.

Derselbe, Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane. Bd. I, 1904, Bd. II, 1908.

Edinger und Wallenberg, Untersuchungen über das Gehirn der. Tauben. Anatom. Anzeiger 1899, 15.

Forel A., Untersuchungen über die Haubenregion und ihre obere Verknüpfung im Gehirn des Menschen. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkr. 1877, 7.

Fränkel S., Deskriptive Biochemie. Wiesbaden 1907.

Frankl-Hochwart L. v., Zur Kenntnis der Anatomie des Gehirns der Blindmaus (Spalax typhilus). Arb. a. d. neurol. Inst. d. Wiener Univers. Bd. VIII, 1901.

Fürth Otto v., Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere. Fischer, Jena 1903.

Derselbe, Physiologische und chemische Untersuchungen über melanotisches Pigment. Sammelref. Centralbl. f. allg. Pathol. 1904.

Ganser S., Vergleichend-anatom. Studien über das Gehirn d. Maulwurfs. Morpholog. Jahrb. Bd. VII, 1881.

Gehuchten A. van, Anatomie du Système Nerveux de l'Homme. 4me Edition 1906.

Halban H. und Infeld M., Zur Pathologie der Hirnschenkelhaube. Arb. a. d. neurol. Inst. d. Wiener Univers. Bd. IX, 1902.

Haller B., Vom Bau des Wirbeltiergehirns. III. Mus. Morphol. Jahrb. Bd. XXVIII, 1900.

Hatschek und Schlesinger, Der Hirnstamm des Delphins. Arb. a. d. Wiener neurol. Inst. Bd. IX, 1902.

Hellmich, Experimenteller Beitrag zur Genese des Epidermispigmentes. Monatshefte f. prakt. Dermatologie 1907.

Hösel, Ein weiterer Beitrag zur Lehre vom Verlauf der Rindenschleife. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkr. 1893, 25.

Jelgersma, Zitiert nach Bechterew.

Jurman N., Anatomische u. physiolog. Untersuchungen der Substantia nigra Soemmeringii. Ref. Neurol. Centralbl. 1900, 19. (Orig. russisch.)

Kahler O., in Toldt, Lehrbuch der Gewebelehre 1888.

Kam C., Beiträge zur Kenntnis der durch Großhirnherde bedingten sekundären Veränderungen im Hirnstamm. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkr. 1895, 27.

Kölliker A., Handbuch der Gewebelehre, Bd. II, 1896.

Derselbe, Die Medulla oblongata und die Vierhügelgegend von Ornithorhynchus u. Echidna. Leipzig 1901.

Kosaka K., Über sekundäre Degenerationen im Mittelhirn, Brücke u. Medulla oblongata nach Zerstörung des Großhirns. Mitteilungen aus d. med. Fakult. d. kais. japan. Univers. zu Tokio, Bd. V, 1901.

Krause R. und Klempner S., Untersuchungen über den Bau des Zentralnervensystems d. Affen. Das Hinter- und Mittelhirn vom Orang-Utan. Anhang zu d. Abhandl. d. kgl. preuß. Akad. d. Wiss. 1904.

Kückenthal W. und Ziehen Th., Das Zentralnervensystem der Cetaceen. Denkschr. d. mediz.-naturwiss. Ges. zu Jena, Bd. III, 1. Teil, 1889.

Langendorff O., Physiologie d. Rücken- und Kopfmarks in Nagels Handbuch d. Physiologie, Bd. IV, 1, 1905.

Levaditi C., Sur la coloration du Spirochaete pallida Schaudinn dans les coupes. Compt. Rend. de la société de Biologie 1905, 57, Tome II.

Lewandowsky M., Untersuchungen über die Leitungsbahnen des Truncus cerebri. Denkschr. d. med.-nat. Ges. Jena, Bd. X, 1904.

Lichtwitz L., Sklerodermie und Morbus Addisonii. Deutsches Arch. f. klin. Mediz, Bd. XCIV, 1909.

Mahaim A., Ein Fall von sekundärer Erkrankung des Thalamus opticus u. d. Regio subthalamica. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkr. 1893, 25.

Marburg O., Basale Opticuswurzel u. Tractus peduncularis transversus. Arb. a. d. Wiener neurol. Inst., Bd. X, 1903.

Derselbe, Zur Frage des „Anterolateraltraktes von Gowers". Monatsschrift f. Psych. u. Neur. 1903, 13.

Derselbe, Mikrosk.-topogr. Atlas d. menschlichen Zentralnervensystems. Deuticke. 1904.

Marinesco G., Sur la présance des corpuscules paranucléolaires dans les cellules du locus niger et du locus coeruleus. C. R. de l'Acad. des Sciences. 1902, 135.

Derselbe, Recherches sur les granulations et les corpuscules colorables des cellules du système nerveux. Zeitschr. f. allgem. Physiologie, Bd. III, 1904.

Derselbe, La cellule nerveuse. Paris 1909.

Meirowsky, Untersuchungen über die Wirkung des Finsenlichtes auf die normale und tätowierte Haut d. Menschen. Monatshefte f. prakt. Dermatol. 1906.

Derselbe, Die Entstehung d. Oberhautpigmentes in d. Oberhaut selbst. Ebenda.

Merzbacher L. und Spielmeyer W., Beiträge zur Kenntnis des

Fledermausgehirns, besonders d. corticomotor. Bahnen. Neurol. Centralbl. 1903, 22.

Meyer P., Beitrag zur Lehre der Degerationen der Schleife. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkr 1886, 17.

Meynert Th., in Strickers Handbuch d. Gewebelehre 1872, Bd. II.

Derselbe, Skizze des menschlichen Großhirnstammes. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkr. 1874, 4.

Derselbe, Psychiatrie. Wien 1884.

Mingazzini G., Sulla fina struttura della substantia nigra Soemmeringii. Memorie della R. Academia dei Lincei 1888, V.

Derselbe, Sur la fine structure de la substantia nigra Soemmeringii. Arch. ital. de Biol. XII, 1889.

Derselbe, Experimentelle u. patholog.-anatom. Untersuchungen über den Verlauf einiger Bahnen d. Zentralnervensystems. Monatsschr. f. Psych. und Neur. 1904, 15.

Mirto D., Contributo alla fina anatomia della substantia nigra di Soemmering. Riv. sperim. di fren. e di medic. leg. 1896, 22.

Derselbe, Sulla fina anatomia delle regioni peduncolare e subthalamica nell' uomo. Riv. di patol. nervosa e ment. 1896, I.

Derselbe, Il Pisani 20, 1899.

Monakow C. v., Weitere Mitteilungen über durch Exstirp. circumscripter Hirnrindenregionen bedingte Entwicklungshemmungen d. Kaninchengehirns. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkr. 1882, 12.

Derselbe, Experimentelle u. pathol.-anatom. Untersuchungen über die Haubenregion, den Sehhügel u. d. Regio subthalamica. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkr. 1895, 27.

Derselbe, Gehirnpathologie. 1905.

Mondino, Zitiert nach Mirto.

Münzer E. und Wiener H., Beiträge zur Anatomie u. Physiologie des Zentralnervensystems der Taube. Monatsschr. f. Psych. u. Neur. 1898, 3.

Dieselben, Das Zwischen- und Mittelhirn des Kaninchens. Monatsschr. f. Psych. u. Neur. 1902, 12.

Neuberg C., Zur chemischen Kenntnis der Melanome. Virchows Arch. 192, 1908.

Oberndorfer S., Pigment und Pigmentbildung. Lubarsch-Ostertags Ergebnisse d. allg. Pathol. u. pathol. Anat. 1908, Bd. XII.

Obersteiner H., Anleitung zum Studium d. Baues der nervösen Zentralorgane. 1. Aufl., 1888.

Derselbe, Ein porencephalisches Gehirn. Arb. a. d. neurol. Inst. Bd. VIII. 1902.

Derselbe, Über das hellgelbe Pigment in den Nervenzellen. Arb. a. d. Wiener neurol. Inst., Bd. X, 1903.

Olmer, Note sur le pigment des cellules nerveuses. Compt. Rend. de la Société de Biologie, 53, 1901.

Pawlow W., Un faisceau descendant de la substance réticulaire du mesencéphale. Le Nevraxe I, 1900.

Derselbe, Quelques points concernant le rôle physiologique du tubercule quadrijumeau supérieur. Le Nevraxe I, 1900.

Pilcz A., Beitrag zur Lehre von der Pigmententwicklung in den Nervenzellen. Arb. a. d. Wiener neurol. Inst., Bd. III, 1895.

Probst M., Über vom Vierhügel, v. d. Brücke u. vom Kleinhirn absteigende Bahnen. Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk. 15, 1899.

Derselbe, Physiolog., anatom. u. patholog.-anatom. Untersuchungen des Sehhügels. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkr. 33, 1900.

Derselbe, Über den Hirnmechanismus der Motilität. Jahrb. f. Psych. u. Neur. 20, 1901.

Derselbe, Experim. Untersuchungen über die Anat. u. Physiol. der Leitungsbahnen d. Gehirnstammes. Arch. f. Anat. (u. Phys.) Supplem. 1902.

Derselbe, Über die anatom. u. physiol. Folgen der Halbseitendurchschneidung d. Mittelhirns. Jahrb. f. Psych. u. Neur. 24, 1903.

Réthi L., Sitzungsber. d. Akad. d. Wissenschaften in Wien. Bd. CII. 1893.

Rossolymo G., Ein Fall von totaler Degeneration eines Hirnschenkelfußes. Neurol. Centralbl. 5, 1886.

Schreiber und Schneider, Eine Methode zur Darstellung von Pigment. Münchner med. Wochenschr. 1908, 37.

Sehrt E., Zur Kenntnis der fetthaltigen Pigmente. Virchows Arch. 177, 1904.

Shukowski, Zitiert nach Bechterew.

Soemmering Th., Hirnlehre und Nervenlehre. 1791.

Spitzer und Karplus, Über experimentelle Läsionen an der Gehirnbasis. Obersteiner-Festschrift (Arb. XVI.) 1907.

Stieda L., Studien über das zentrale Nervensystem der Wirbeltiere. Leipzig 1870.

Stilling B., Disquisitiones de structura et functionibus cerebri. I. De structura protuberantiae annularis sive pontis Varolii. Jenae 1846.

Tarasewitsch, Zum Studium der mit dem Thalamus opticus und Nucleus lenticularis in Zusammenhang stehenden Faserzüge. Arb. a. d. Wiener neurol. Inst. Bd. IX, 1902.

Trapeznikow A. W., Über Schluckzentra. Neurol. Centralbl. 1897. 16.

Tschermak A., Über den zentralen Verlauf der aufsteigenden Hinterstrangbahnen. Arch. f. Anat. (u. Phys.) 1898.

Vicqu' d'Azyr, Traité d'anatomie et de physiologie. 1786.

Weigert C., Beiträge zur Kenntnis der normalen menschlichen Neuroglia. Senckenbergsche Abhandl. 19, 1895.

Werdnig G., Concrement in der rechten Substantia nigra Soemmeringii. Wiener med. Jahrb. 1888.

Wernicke C., Lehrbuch der Gehirnkrankheiten, Bd. I, 1881.

Witkowski L., Über die Neuroglia. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkr. 1883, 14.

Derselbe, Beiträge zur Pathologie des Gehirns. Ebenda.

Ziehen Th., Das Zentralnervensystem der Monotremen u. Marsupialier. Denkschr. d. med.-naturwiss. Ges. Jena, Bd. VI, 1901—1908.

Derselbe, Einiges über den Faserverlauf im Mittel- und Zwischenhirn von Tarsius spectrum. Monatsschr. f. Psych. u. Neurol. 14, 1903.

Derselbe, Der Faserverlauf des Gehirns von Galeopithecus volans. Ebenda.

Derselbe, Anatomie des Nervensystems, Bd. II, 1903. In Bardelebens Handbuch der Anatomie.

Derselbe, Entwicklung des Zentralnervensystems. In Hertwigs Handbuch der Entwicklungsgeschichte. 1906.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 07027 1443

